10e jrg. no.6
nov/dec 1983
Fl. 9,95 / 196 BF

Tijdschrift voor wetenschap, natuur en techniek

aarde & kosmos



DE ZONDVLOED KWAM UIT DE RUIMTE

HET GEKKE WEER VAN 1983

IN DE RUIMTE WORD JE OUDER

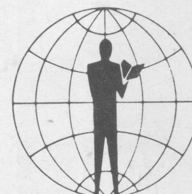
Satellietkaart van Nederland



Sinds 1972 wordt ons land regelmatig gefotografeerd door Landsat-kunstmanen. Uit vier opnamen, gemaakt op 1 en 2 november 1980 is nu een groot formaat fotokaart in vier kleuren samengesteld, waarop Nederland en België tot de lijn die over Luik en Brussel loopt, te zien zijn, zonder dat er één wolkje boven het land hangt. De kaart is geproduceerd door het ITC en het NLR en uitgegeven door Malmberg in Den Bosch. Er is een nieuwe bewerkingstechniek gebruikt die kleuren heeft opgeleverd die dichter bij de werkelijkheid komen dan de "valse kleuren" die we gewoonlijk op Landsat-opnamen zien. De kaart bezit een schaal van 1:275.000 en meet 94x123 centimeter. Door dat grote formaat konden zeer veel details in de opname weergegeven worden. Hij is uitgevoerd op zwaar papier, gevat in twee plastic rails en opgerold in een stevige kartonnen koker. Er zit een toelichtend boekje van 16 pagina's bij.

De kaart kan besteld worden onder nummer **80-56**. De prijs is 49,50, dat is inklusief de koker en de verzendkosten. Bestellen door het genoemde bedrag over te maken op giro 636150 t.n.v. Mens en Vrijetijd te HuizenNh.





Stichting
Mens & Wetenschap

DE STICHTING MENS EN WETENSCHAP heeft ten doel het zo veel en zo breed mogelijk verspreiden van kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek. Zij doet dit door het redigeren en samenstellen van publikaties, waaronder Aarde&Kosmos, en het bevorderen en ondersteunen van edukatieve aktiviteiten en onderzoek met het doel de kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek te vergroten.

THE FOUNDATION MAN AND SCIENCE is a nonprofit organisation for diffusing knowledge regarding nature, science and technology. Diffusing of this knowledge takes place by editing publications (amongst which Aarde&Kosmos) and by stimulating and supporting educational activities and research projects extending knowledge of nature, science and technology.

UITGEVER: stichting Mens en Wetenschap

HOOFDREDAKTIE: A.C.Sabelis

EINDREDAKTIE: drs.J.J.H.Eggen

MEDEWERKERS:
D.vd.Aart, B.Audenaert, J.Beek, dr.W.Boland, P.R.v.Buysen, K.Elhorst, H.Engelman, drs.G.Kiers, C.Laban, G.J.v.Lonkhuyzen, drs.A.Molkenboer, P.Niekerk, L.J.N.Steijn, C.Steijger, J.Smekens, H.Schouten, dr.P.v.Tend, J.Terweij, L.Vanhoeck, A.J.Zwinenberg

VORMGEVING: **B. Keyzer**

ABONNEMENTEN: voor Nederland 59,50 België 1025 BF. Overig buitenland 85,00.

Opgaven: Aarde&Kosmos, postbus 108, 1270 AC Huizen-Nh.
Opzeggen: 2 maanden vóór afloop termijn.

DRUK: Drukkerij Giethoorn, Meppel.

DISTRIBUTIE NEDERLAND: Betapress B.V., Gilze. Tel.01615-2900

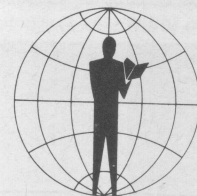
DISTRIBUTIE BELGIE: Ed.Soumillion, Massenetlaan 28; 1190-Brussel. Tel.02/345.91.92. - PR.000-0069021-54.

REDAKTIE-ADRES: Postbus 108 - 1270 AC Huizen-Nh; tel.02152-58388. Kantoor: Eemlandweg 5A te Huizen.

Aarde & Kosmos verschijnt iedere 1e van de oneven maanden.



een uitgave van de Stichting Mens & Wetenschap



INHOUD

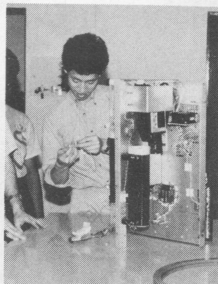
RUIMTE, STERRENKUNDE

RUIMTEVAART, LUCHTVAART

NATUUR, MENS

TECHNIEK, ENERGIE

IN DE VOLGENDE AARDE & KOSMOS



Bouw je eigen satellietje

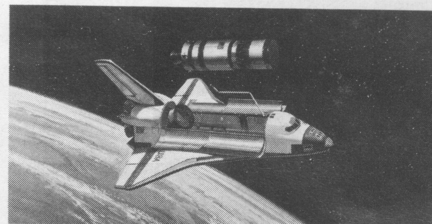
Iedereen kan via de NASA een pakketje mee laten vliegen met een Space Shuttle vlucht. Wat moet je daarvoor doen?



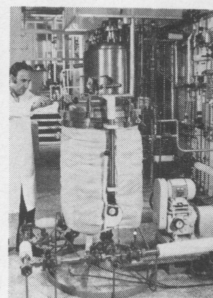
Zure regen het einde?

Er lijkt steeds meer paniek te ontstaan over de gevolgen van de zure regen. Zijn we over enige tijd alle bossen kwijt? Er vallen ook andere geluiden te horen.

Kernafval naar de ruimte



Er blijkt serieus gestudeerd te zijn op de mogelijkheid kernafval naar de ruimte te schieten.



Interferon in de praktijk

Interferon is niet het wondermiddel waar het enige jaren geleden voor werd aangezien. Wel is het nuttig, bijvoorbeeld tegen verkoudheid. De produktie komt op gang.

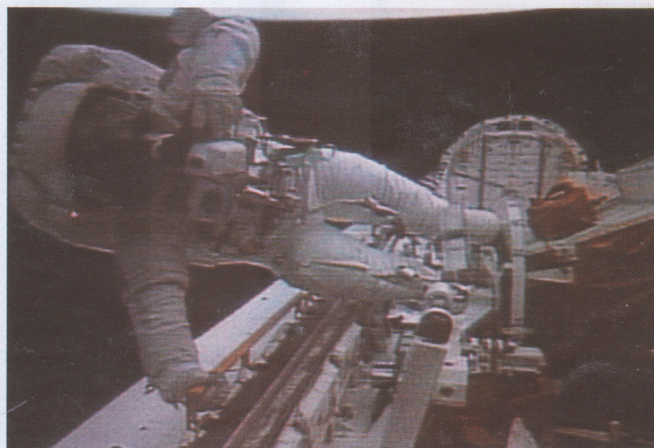

In

Huub Eggen

In de ruimte word je ouder

Het lichaam van ruimtevaarders wordt door de gewichtloosheid op een laag pitje gezet. Daardoor treden typische ouderdomsverschijnselen op. Tegelijk verbruikt het lichaam echter minder energie. Het zal daardoor op den uur langer meegaan. In de ruimte kun je daarom ouder worden dan op Aarde.

Bij ruimtewandelen valt "alle grond onder de voeten" volkomen weg. Daardoor worden sommige ruimtevaarders opnieuw een beetje ruimteziek.



Sinds het begin van de bemande ruimtevaart wordt de vraag gesteld hoe lang mensen zonder nadelige gevolgen in de ruimte kunnen blijven. Een bevredigend antwoord heeft men nog steeds niet. Het is erg moeilijk dit probleem op Aarde goed te onderzoeken. Het meest opvallende aan een ruimtevlucht, namelijk gewichtloosheid, kan op Aarde niet helemaal goed nagebootst worden. Het blijft daarom behelpen met experimenten die de gewichtloosheid zo goed mogelijk benaderen, of er moeten gewoon steeds langere ruimtevluchten gemaakt worden en dan zien wat er gebeurt.

De Amerikanen volgen voornamelijk de eerste weg, de Russen vooral de tweede. De uitkomsten van die verschillende werkwijzen gaan sterk in dezelfde richting.

Menselijke proefkonijnen

De Russen laten sinds 1978 kosmonauten heel lange ruimtevluchten maken. Die kosmonauten zijn een soort proefkonijnen. Het rekord staat op dit moment op naam van het koppel Anatoli Berezovoi-Valentin Lebedev, die verleden jaar 211 dagen in de ruimte waren. Een ander soort rekord staat op naam van Valeri Rjoemin. Hij maakte binnen drie jaar tijd twee langdurige vluchten die samen 359 dagen duurden! Het Amerikaanse rekord staat op slechts 84 dagen. De Russen beschikken daarom over het beste inzicht in het gedrag van het menselijk lichaam tijdens vele maanden gewichtloosheid.

Het lichaam verandert

De eerste paar dagen hebben heel wat ruimtevaarders last van de zogeheten ruimteziekte. Sommigen voelen zich alleen maar een beetje lusteloos en hebben niet zo'n trek. Anderen zijn misselijk, tot aan overgeven toe. Vaak wordt enorme speekselproduktie gemeld en een enkeling heeft zelfs last van hallucinaties. De verschijnselen verdwijnen binnen drie tot zes dagen, maar komen soms bij ruimtewandelingen weer terug.

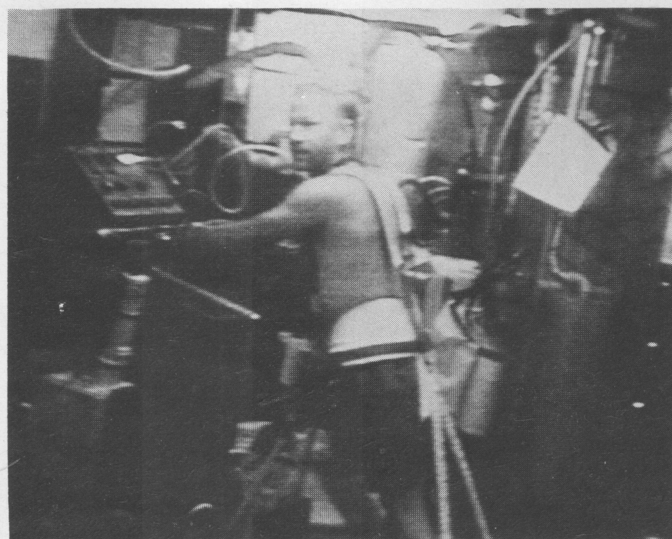
Volgens Russische gegevens heeft één op de drie kosmonauten last van ruimteziekte. De Amerikanen geven een getal van zes op de tien. Sommige ruimtevaarders zijn ook de eerste dag na hun terugkeer op Aarde ruimteziek.

Over de precieze oorzaak tast men nog in het duister. Lang heeft men de ruimteziekte beschouwd als een vorm van bewegingsziekte, verwant aan wagen- en zeeziek zijn. Daar komt men nu van terug. De ruimteziekte heeft zeker wel te maken met verwarrende signalen van het evenwichtsorgaan. Dat werkt op de zwaartekracht. In gewichtloosheid geeft het orgaan informatie die niet overeenkomt met wat de ogen zien. Dat leidt tot het verliezen van het evenwichtsgevoel, duizeligheid en erger. Volgens Russische onderzoekers heeft de ruimteziekte ook te maken met de herverdeling van het lichaamsvocht.

In gewichtloosheid heeft alle vocht in het lichaam, dus ook het bloed, de neiging "op te stijgen". Dat begint zodra de gewichtloosheid ingezet heeft en is na een dag of vijf voltooid. Op foto's van ruimtevaarders is dat effekt vaak goed te zien. Bij velen wordt het gezicht een beetje pafferig. Ook voelen de ruimtevaarders zich de eerste tijd enigszins zwaar in het hoofd en lijkt hun neus een beetje verstopt. Het effekt is ook te meten: de bloeddruk in de halsslagader en de hoofdaders stijgt, terwijl de bloeddruk in het onderlichaam iets daalt. Door het wegtrekken van het vocht worden de onderbenen dunner. Het vocht dat zich in het bovenlichaam ophoopt, heeft nog twee andere gevolgen. De longen komen een beetje in de verdrukking, waardoor kortademigheid kan optreden. Er komt verder extra vocht tussen de ruggewervels, waardoor ruimtevaarders tijdens hun vlucht een paar centimeter langer worden.

De eerste dagen in de ruimte ondergaan de ruimtevaarders verscheidene sensaties die gelijdelijk aan verdwijnen. Door het ontbreken van de merkbare invloed van de zwaartekracht wordt de hartspier slapper en pompt het hart minder krachtig. Dat heeft het schijneffekt dat het lichaam teveel bloed heeft gekregen. Daarop wordt een hormoon afgegeven dat de nieren tot extra vochtafgifte zet. Het gevolg is dat de ruimtevaarders de eerste dagen veel plassen. Een neveneffekt is dat de ruimtevaarders dorst krijgen. Tegelijk komt ook een ander hormoon in aktie dat ervoor zorgt dat met name natrium en kalium het lichaam verlaten. Eigenlijk zouden ruimtevaarders nu veel moeten drinken, maar daar zijn ze merkwaardig genoeg niet toe te bewegen. Het gevolg is dat ze de eerste paar dagen gemiddeld twee tot vier kilo afvallen. Na een dag of vijf heeft het lichaam een nieuw evenwicht bereikt en houden deze ver-

De "wraak van Thornton" in beeld op een foto die van een monitor in het vluchtleidingscentrum werd gemaakt. "Slachtoffer" is Gerald Carr van de derde Skylab-bemanning.



schijnselen op. Wel blijft het lichaam mineralen verwijderen. In de urine worden daarvan ionen aangetroffen. Het is nog heel onduidelijk wat hier de oorzaak van is.

Het verlies aan mineralen, waaronder ook calcium- en fosforverbindingen, gaat wel door en dat leidt tot verlies van spiermassa en tot verminderde vernieuwing van botcellen.

Door de gewichtloosheid worden de spieren ook slapper. De kracht om dingen vast te grijpen wordt minder en de "natuurlijke" houding verandert. Ruimtevaarders worden zo ontspannen dat ze een soort foetushouding gaan aannemen als ze vrij door hun kabine of station zweven. Daar wordt al rekening mee gehouden bij het ontwerpen van de inrichting van ruimteverblijven.

Over het verzwakken van de botten heeft men zich in de loop van de tijd nogal bezorgd gemaakt. Na een jaar zouden de botten zo bros worden, dat ze niet meer tegen de aardse zwaartekracht zouden kunnen. Het effekt is echter tijdens de langdurige Russische ruimtevluchten veel minder ernstig gebleken dan men aanvankelijk dacht. Iemand die enkele maanden (ziek) in bed ligt, krijgt volgens Russische gegevens veel zwakkere botten dan ruimtevaarders die een half jaar in de ruimte zijn.

Tegenmaatregelen of de wraak van Thornton

Vanaf het moment dat ruimtevaarders meer ruimte kregen (Apollo, Skylab, Saljoet), heeft men veel aandacht besteed aan het op peil houden van de konditie. Na verloop van tijd bleek dat een paar uur lichaamsoefeningen doen per dag hielp om spierverslapping en botafbraak voor een deel tegen te gaan. Voor die oefeningen zijn een soort home-trainers ontwikkeld. In de Saljoets leggen de kosmonauten dagelijks zo'n tien tot twaalf kilometer op die trainer af. Inmiddels hebben de Sovjets ook een soort rolband in gebruik. De Amerikanen hebben hun eigen vinding. Tijdens de eerste Skylabvlucht bleek dat met fietsen sommige spieren niet belast worden, die met lopen wel aan het werk gezet worden. Daarop ging de toenmalige arts-astronaut William Thornton aan de slag. Hij kwam met een simpele oplossing: laat de astronauten, met wollen sokken aan, op een strook kleefband "lopen" en houdt ze met twee elastische banden over hun schouders vast aan de vloer. De oplossing werkte goed, maar bleek wel tamelijk vermoeiend. De astronauten van toen hadden het dan ook over "de wraak van Thornton". Het is deze zelfde Thornton die, als oudste ruimtevaarder uit de geschiedenis, met de STS-8 voor het eerst zelf de ruimte in ging. In de Space Shuttle zit trouwens een kleine versie van Thornton's vinding.

Er zijn ook andere methoden om het hart en de spieren toch te belasten. De Russen hebben een pak ontwikkeld dat druk op het lichaam uitoefent en met name op spieren die in de ruimte niet gebruikt worden. Amerikanen en Russen gebruiken een apparaat dat rond het onderlichaam een onderdruk oplevert. Daardoor wordt daar bloed en vocht naar toe gezogen en dat zet het hart tot steviger pompen aan. Het verlies van mineralen maakt men voor een deel goed door aangepast voedsel. Tegen ruimteziekte valt nog weinig te doen. De Russen trainen hun kosmonauten langdurig in centrifuges om hen eraan te wennen dat ze zich alleen oriënteren op hun gezichtsvermogen. In feite wordt het lichaam afgeleerd om op de (onjuiste) informatie van het evenwichtsorgaan te letten.

Herstel na de vlucht

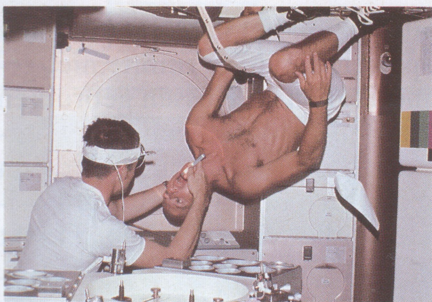
Alle oefeningen die men doet en voorzieningen die men heeft, zorgen ervoor dat ruimtevaarders in een goede tot redelijke konditie terug komen op Aarde. Sommigen hebben het de eerste dagen echter vreselijk moeilijk. Berezovoi en Lebedev lagen zelfs enkele dagen in een ziekenhuis. De eerste dagen voelen alle ruimtevaarders zich enigszins slap en kunnen ze niet dezelfde inspanning leveren. Maar alles herstelt zich uiteindelijk weer. Na anderhalf tot twee maanden is bij ruimtevaarders puur medisch niet meer te achterhalen dat ze in de ruimte zijn geweest.

Op het geestelijke vlak maken ruimtevluchten vaak behoorlijke indruk. Heel opmerkelijk is het verhaal dat de vrouw van Jack Lousma na diens vlucht in het Skylab eens vertelde. Maanden na de vlucht hoorde zij 's ochtends in de badkamer opeens iets vallen. Jack was zich aan het scheren en gedachteloos had hij de flacon met scheerschuim losgelaten. Hij bleek er onbewust nog helemaal op ingesteld dat het ding wel zou blijven zweven....

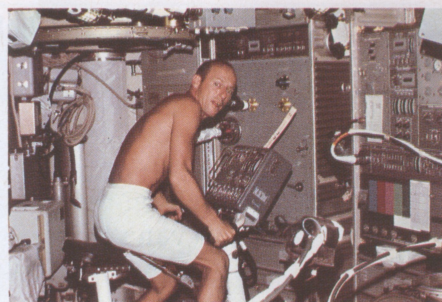
Ondanks alle ruimtevluchten weet men nog steeds niet wat het menselijk lichaam op den duur precies kan hebben en hoe lang veranderingen door zullen gaan.

Ouder worden

Veel veranderingen in het lichaam tijdens een ruimtevlucht lijken sprekend op het ouder worden van het menselijk lichaam. Het verhogen van de bloeddruk, het verslapen van de spieren, de botafbraak, de verminderde kapaciteit van het hart, het zijn alle eigenschappen van een oud lichaam. Dat lijkt niet zo leuk voor de bewoners van toekomstige ruimtestations. Er is echter een opmerkelijke keerzijde aan deze medaille. Wanneer geen tegenmaatregelen genomen worden om het lichaam in aardse konditie te houden, dan zal het lichaam van die toekomstige ruimtelingen langer mee kunnen dan wanneer ze op Aarde gebleven zouden zijn. Dat zeggen Jaime Miquel, die verbonden is aan het



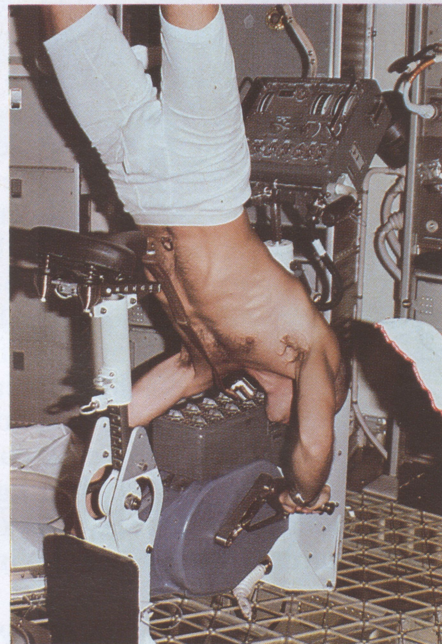
◀ *Huisdokter in de ruimte. Joe Kerwin onderzoekt Pete Conrad tijdens de eerste bemande vlucht in het Amerikaanse ruimtestation Skylab. De gewichtloosheid maakt het onderzoeken heel gemakkelijk, zoals te zien is.*

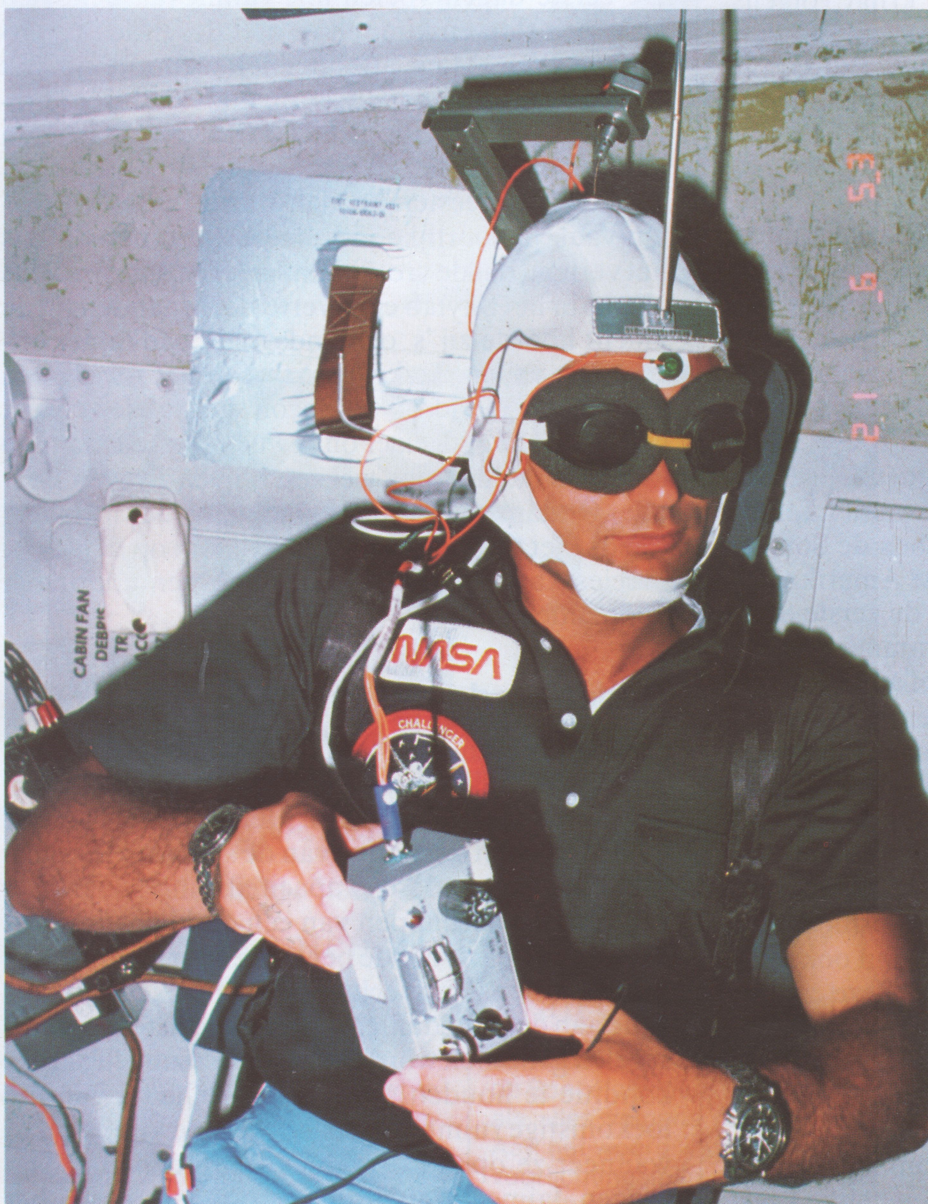


Voor de langdurige Skylab-vluchten werd een home-trainer ontworpen. Daarmee moesten de astronauten hun konditie op peil houden. Pete Conrad ontdekte al snel dat fietsen met de handen veel gemakkelijker werkte dan de normale manier. ▶



◀ *De Russen hebben veel ervaring in de ruimte opgedaan tijdens de langdurige vluchten in de Saljoet ruimtestations. Hiet zien we Alexander Ivantsjenkov en Vladimir Kovaljonok in de Saljoet-6. Ze hebben net een partij uit de schaaktweekamp tussen Karpov en Kortsjnoi nagespeeld. Foto TASS*





◀

Dit "buitenaardse wezen" is Norman Thagard. Hij deed tijdens de zevende Space Shuttle vlucht uitvoerig onderzoek naar de invloed van gewichtloosheid op het menselijk lichaam. Hier wordt het evenwichtsgevoel bestudeerd, als onderdeel van onderzoek naar het optreden van ruimteziekte.

Gordon Fullerton in zijn rol van kok tijdens de derde Space Shuttle vlucht: hij haalt de voorverpakte maaltijd uit de proviandkast. Door aangepaste voeding kan men het verlies van mineralen uit het lichaam voor een deel tegengaan.







Sally Ride voor en tijdens de zevende Space Shuttle vlucht. In de ruimte is haar gezicht door opgestegen lichaamsvocht en bloed boller dan op Aarde. De zwevende haardos benadrukt dat effekt extra. Slapen in de ruimte gebeurt in slaapzakken die aan de wand hangen. Er moet alleen gezorgd worden dat slapende astronauten niet wegdrijven. De meeste ruimtevaarders slapen tijdens hun vlucht wel goed, maar tamelijk licht.

Ames Research Center van de NASA, en Angelos Economos, die onderzoek doet aan de Katholieke Universiteit van Leuven in België. Beide onderzoekers stellen dat het menselijk lichaam in de ruimte op den duur langzamer zal gaan werken; de stofwisseling wordt vertraagd.

Op Aarde is ongeveer eenderde van alle energie die we met ons voedsel binnenkrijgen, bedoeld om ons in het zwaartekrachtsveld van de Aarde overeind te houden, om ons rechtop te laten staan, stappen te laten zetten, dingen op te tillen en zo voort. In de ruimte is dat niet nodig, tenzij we natuurlijk kunstmatig zwaartekracht opwekken. Maar anders zal de mens met minder voedsel toekunnen, minder energie verbruiken en daardoor langer met zijn lichaam kunnen doen. In de ruimte zouden we tien of vijftien procent langzamer oud worden, voorspellen Miquel en Economis. We worden met hetzelfde lichaam dus ouder.

Tot nog toe blijken ruimtevaarders echter in de ruimte net zoveel te eten als ze op Aarde doen. Dat komt, zeggen Miquel en Economos, omdat we ze zoveel laten werken. Een Russische proef met ratten, die niets hoefden te doen dan "genieten" van hun ruimtevlucht, wees uit dat die beesten inderdaad minder gingen eten.

Ruimte-mens

Aan het verhaal van Miquel en Economos zit één groot maar. Een langer leven in de ruimte is alleen te bereiken als we ook werkelijk heel lang in de ruimte blijven. Het lichaam stelt zich dan helemaal in op de gewichtloosheid. Hoewel niemand met zekerheid kan oordelen over de gevolgen daarvan, zit het erin dat het lichaam na jaren in de ruimte niet meer bestand is tegen de zwaartekracht op Aarde. Dat is de prijs die de ruimte-mens voor het ouder worden moet betalen: hij kan niet meer terug naar de Aarde.

Alle foto's, tenzij anders vermeld, NASA

Ruimtevaarders over gewichtloosheid

Wally Schirra: Gewichtloos zijn... dat is zoveel tegelijk. Je voelt je trots, op een gezonde manier alleen, ver van alle sleur. Je voelt je ontzettend op je gemak. En je hebt zoveel energie, zo'n drang om een hoop dingen te doen. Je werkt goed, je denkt goed, je beweegt goed, zonder inspanning, zonder moeite. Alsof die uitdrukking uit de bijbel ''In het zweet van uw aangezicht zult u zwoegen...''niet meer bestaat. Alsof je opnieuw bent geboren.

David Scott: Persoonlijk vind ik de 1/6 zwaartekracht van de Maan prettiger dan de absolute gewichtloosheid van de ruimte. Ik heb datzelfde lichte gevoel, maar de Maan biedt een geruststellend vast gevoel van boven en onder.

Joe Kerwin: Het enige wat je moet doen (om je te oriënteren) is je lichaam in een nieuwe stand draaien en wham! Wat je denkt dat boven is, ís boven. Het is een gevoel alsof je deze hele kamer neemt en hem, door een druk op een knop, zo draait dat het plafond de vloer is. Het is een geweldig gevoel van macht over de ruimte om je heen. Als je je ogen dicht doet, verdwijnt alles natuurlijk weer.

Edward Gibson: Onze gezichten zijn pafferig en een beetje bol en rood. Het lijkt een beetje op het gezicht van iemand die op Aarde ondersteboven hangt, alleen niet zo uitgesproken. Onze neus voelt een beetje verstopt en behalve ons rood gezicht hebben we ook een beetje bloed doorlopen ogen. We denken dat het allemaal dezelfde oorzaak heeft: verhoogde bloeddruk in ons bovenlichaam.

Joe Kerwin: Het is aan iemand werkelijk heel duidelijk te zien dat zich in gewichtloosheid tamelijk diepgaande veranderingen snel in zijn lichaam voltrekken. Je hebt dat rare volle gevoel in je hoofd en je hoort die kille nasale stem en je ziet het pafferige op het gezicht van je kollega's... Je kunt hét vocht bijna uit hun benen zíen wegtrekken; je ziet hun benen letterlijk vel over been worden, als koeiepoten. En je weet dat je lichaam aan het veranderen is.

Joe Kerwin: (Ik stond onbewust op het plafond van ons verblijf en) ik maakte me er meteen druk over dat de tafel tegen het plafond stond, en dat de boeken met de vluchtplannen, die normaal aan het plafond hangen, nu als planten uit de vloer leken te groeien, met hun rode en witte bladzijden opengeklapt als bloemen. Ik vroeg me af wat ze daar deden. Het was irritant, een soort Alice-in-Wonderland gevoel.

Jack Lousma (een paar maanden na zijn vlucht): Ik vind het moeilijk me weer in Skylab te verplaatsen. Soms ga ik nog eens naar de Skylabtrainer of kijk ik naar de films die we gemaakt hebben, maar ik kan niet meer terughalen hoe het was. Het is bijna onmogelijk dat nu opnieuw te doorleven. Ik droom nooit over Skylab. Maar vaak zou ik terug naar de ruimte willen gaan.

Siso kode 552/557.2



Ada Molkenboer

De hemel en natuur in november en december

Het donkere jaargetijde is aangebroken. De Zon zal zich weinig laten zien en de nachten zijn lang. Als het helder is, valt aan de ochtendhemel een fraaie dans van de planeten Venus, Mars en Saturnus te bewonderen.

In november kunnen we de eerste sneeuw verwachten. Op gemiddeld twee dagen valt er sneeuw. In december valt er gemiddeld op vijf dagen sneeuw. De winter kondigt zijn komst ook aan door nachtvorst. In november vriest het gewoonlijk in zeven en in december in dertien nachten. November en december zijn vrij nat, met respektievelijk 77 en 74 millimeter neerslag over het hele land gemiddeld. Dat is bijna twintig procent van wat er normaal per jaar valt. De gemiddelde dagelijkse maximum temperatuur is in november 8,7 en in december 5,7 graden C. Heel opmerkelijk in december is het feit dat de dagen rond Kerst vaak heel zacht zijn, zachter dan het in de eerste helft van december en met de jaarwisseling meestal is.

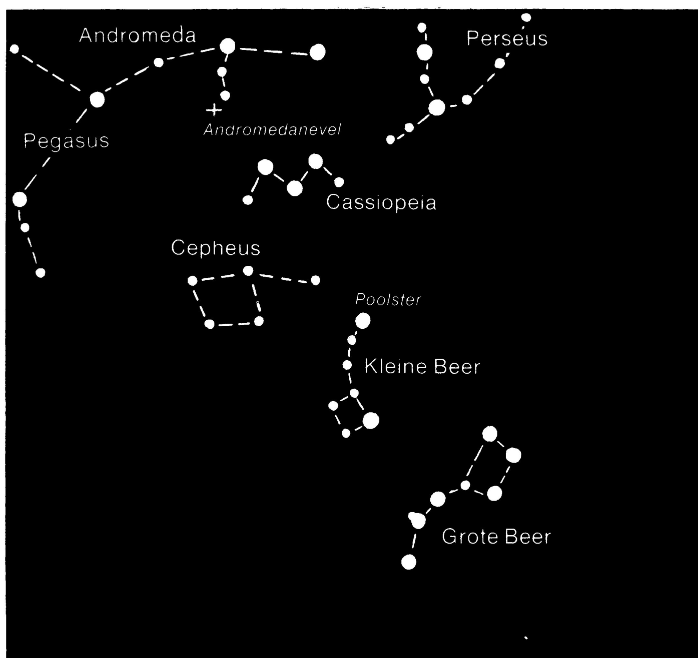
Hoe moeilijk het is de komende winter te voorspellen, blijkt uit de volgende drie volks(on)wijsheden:

"Als het met Allerheiligen (1 november) sneeuwt, leg dan uw pels gereed." "Geeft Allerheiligen zonneschijn, dan zal het spoedig winter zijn." "Met Allerheiligen vochtig weer, geeft sneeuwbuien keer op keer."

Kortom, alle drie de spreuken wijzen erop dat het echt winter wordt, hoe het weer ook is. We zullen zien wat het deze keer wordt.

De 11e november (St. Maarten) geeft de volgende twee spreuken. "Zo 't loof niet valt voor St. Martijn, zo zal het een harde winter zijn." "Als de ganzen met St. Maarten op het ijs staan, moeten ze met Kerstmis door het slijk gaan." Deze tweede spreuk slaat op het verschijnsel dat heel vroeg invallende vorst eigenlijk nooit een lang leven beschoren is.

Dat het in december in de regel kouder is dan in november en dat het nogal eens in de eerste helft van de maand vriest, wordt gezegd door de spreuk voor 30 november: "St. Andries brengt de vries."



Het sterrenbeeld Andromeda is vooral bekend door de Andromedanevel, een melkwegstelsel op twee miljoen lichtjaar van ons vandaan. Dit kaartje laat zien waar de "nevel" gezocht moet worden.

Andromeda was in de Griekse mythologie de dochter van Cepheus en Cassiopeia. Cepheus kreeg over haar ruzie met Poseidon, de god van de zee. Deze begon daarop het land van Cepheus te verwoesten. Hij zou daar pas mee ophouden als de mooie Andromeda, vastgeketend aan een rots, geofferd zou worden aan een zeemonster. Net op tijd werd zij door Perseus gered, zoals hier afgebeeld op een prent uit 1676.

De bladeren vallen

Met de mooie en droge zomer achter ons, leek het begin september (het begin van de meteorologische herfst) al volop najaar: storm en regen en veelal nog groene bladeren die door de straten wervelden. Door de droogte zaten de bladeren eerder "los" dit jaar dan in andere jaren. Het loof zal met St. Maarten al wel gevallen zijn.

Het vallen van de bladeren wordt meestal voorafgegaan door verkleuring van die bladeren: de mooie herfsttinten. De verkleuring loopt meestal van groen via rood naar geel. De oorzaak hiervan is door biologen en scheikundigen achterhaald. Om het blad soepel te laten afvallen, zonder dat er een gapende wond in de bast achterblijft, vormt de bladstengel een kurkachtige afsluiting. Daardoor kan geen voedsel meer naar het blad en kan de suiker die in het blad gevormd is, niet meer weg. Door de omzetting van suiker ontstaan nieuwe (kleur)stoffen, met name rode. De soorten waarvan de bladeren rood kleuren, zijn vaak uit Noord-Amerika afkomstig. Met name de staat Virginia is beroemd om de prachtig gekleurde bossen in het najaar. Bij ons zijn vooral de Amerikaanse eik, de onstandvastige wilde wingerd en het Europese krenteboompje (Amelanchier lamarchii) in het najaar rood.

Het najaar is bij uitstek de tijd om de tuin voor te bereiden op het voorjaar. Door de grond om te spitten wordt lucht en water toegelaten. De bodem wordt doorlucht en de regen kan de grond dichtslaan voordat de vorst er in gaat doordringen.

De hemel

Wanneer de nachten helder zijn, is het deze maanden goed sterren kijken. De avonden beginnen vroeg. Begin november gaat de Zon om vijf uur 's middags onder, begin december al om half vijf. De Kleine Beer wijst naar de noordelijke horizon en laag aan de noordelijke hemel vinden we de Grote Beer. Cassiopeia en Perseus klimmen naar een hoge positie aan de noordoostelijke hemel. Aan de noordoostelijke hemel vinden we verder de sterrenbeelden Voerman (met de heldere hoofdster Capella) en Stier (met de rode heldere ster Aldebaran). Ten westen van Aldebaran vinden we de open sterhoop de Hyaden, en wat hoger aan de hemel, richting Perseus, de Pleiaden, ook wel Zevengesternte genoemd. Laag in het oosten verschijnt het beeld Tweelingen met de heldere sterren Castor en Pollux. Tegen middernacht is in november ook al de rijzende Orion te zien en dan weten we heel zeker dat de winter in aantocht is. Hoog in het zuiden, later het zuidwesten zijn de beelden Perseus en Andromeda te vinden. Het is nu de beste tijd om de Andromedanevel te zoeken. Bij een heldere, donkere hemel is dit melkwegstelsel al met het blote oog zichtbaar. Net "langs" de nevel kijken maakt hem voor het oog het best te zien. In november zien we in het westen en noordwesten de typische zomerbeelden Arend, Lier en Zwaan naar de horizon zakken. Laag aan de zuidelijke hemel staan de onopvallende Vissen, Waterman en Walvis.

De planeten

Om planeten te zien zult u vroeg moeten opstaan, want alle "dwaalsterren" die zich momenteel vertonen doen dat aan de ochtendhemel. Mercurius is alleen rond 15 december heel moeilijk zichtbaar in het zuidwesten,direkt na zonsondergang. Jupiter en Neptunus staan aan de "andere" kant van de Zon en zijn daarom niet te zien. Uranus wordt tegen eind december 's ochtends weer zichtbaar. Venus is de zeer opvallende ochtendster. Door haar helderheid zult u haar niet kunnen missen. Mars staat in het sterrenbeeld Maagd, aan de kant van de Leeuw. Saturnus is vóór zonsopkomst te zien, laag in het zuidoosten.

Bijzondere verschijnselen

Op 1 november trekt de Maan 's ochtends om 4 uur langs Mars en twee uur later langs Venus.Een fotogeniek schouwspel.



De Andromedanevel gefotografeerd met een 200 mm telelens door Klaas Jobse uit Oostkapelle. Deze foto geeft een beeld zoals dat door een heel goede verrekijker te zien is.

Voor liefhebbers is er op 26 november een vrij nauwe samenstand tussen Mars en de ster èta van de Maagd. Die ster heeft een helderheid van magnitude 4,0.

In november trekt de Aarde door enkele meteoorzwermen. Het gaat om de Tauriden in begin november, de Cassiopeiden op 9 november en de Leoniden rond 17 november. Het valt moeilijk te voorspellen of deze zwermen enig vuurwerk opleveren, maar verrassingen zijn nooit uitgesloten.

Op 2 december staat 's ochtends vroeg de maansikkel vlakbij Saturnus. Op de volgende dagen kunt u Venus en Saturnus steeds dichter bij elkaar zien komen aan de ochtendhemel. Op 17 december staan ze om 7 uur minder dan zeventien boogminuten van elkaar, een spektakulair gezicht!

Aan het eind van de maand trekt de Maan op drie achtereenvolgende dagen langs drie verschillende planeten aan de ochtendhemel. Op 28 december is Mars aan de beurt, op 29 december Saturnus en op 30 december Venus.

Er zijn twee verduisteringen in december, maar beide weinig opvallend. Op 4 december is er een gedeeltelijke zonsverduistering. Voor het gebied ten zuidwesten van de lijn die over Alkmaar naar Velp loopt, schuift de Maan een heel klein beetje voor de Zon. Het maximum valt om 13.13 uur. Het deukje in de Zon zal zo klein zijn, dat het waarschijnlijk pas in het zuiden en westen van België opgemerkt kan worden.

In de nacht van 19 op 20 december trekt de Volle Maan door de bijschaduw van de Aarde. Het maximum valt rond tien voor drie. Erg opvallend zal het schouwspel niet zijn.

In december kunnen heel wat meteoren te zien zijn. Een belangrijke zwerm vormen de Geminiden, die hun maximum rond 14 december hebben. Helaas zal de Maan tot aan de nanacht boven de horizon zijn.

Begin van de winter

De weerkundigen zijn op 1 december al de winter ingegaan. Astronomisch gezien is het pas op 22 december om 11.30 uur zover.

In het Tropenmuseum in Amsterdam is tot 15 januari volgend jaar de tentoonstelling "Krakatau 100 jaar na de uitbarsting" te bezichtigen. Er wordt ondermeer ingegaan op: wat is vulkanisme en welke invloed hebben vulkaanuitbarstingen op het klimaat? De vruchtbaarheid van vulkanische afzettingen voor de landbouw komt ook aan de orde. Tevens worden authentieke filmopnamen van latere uitbarstingen van de Krakatau getoond. Tijdens de uitbarsting van deze vulkaan in 1883 kwamen 36.000 mensen om het leven. De openingstijden zijn van maandag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur, en op zaterdag en zondag van 12 tot 17 uur. Het adres is Linnaeusstraat 2, Amsterdam, telefoon 020-652680.

Eveneens in het Tropenmuseum is van 22 december tot 19 maart een expositie ingericht over de in de tropen gevreesde lepra. Aan de hand van schilderijen, prenten, voorwerpen en foto's wordt ingegaan op de aard en omvang van deze ziekte, de geschiedenis van de ontdekking en de huidige situatie in de ontwikkelingslanden. Zie voor openingstijden en adres hierboven.

Het Natuurmuseum in Nijmegen heeft tot 9 januari een tentoonstelling ingericht over landschappen die door de overheid zijn uitgezocht om eventueel in aanmerking te komen voor de status van Nationaal Landschap. De tentoonstelling gaat vooral in op de invloed van de mens op de Nederlandse landschappen. Vooral de grote variatie aan landschappen die ons land rijk is, kan men hier in ogenschouw nemen. De openingstijden zijn van maandag tot en met vrijdag van 10.30 tot 17 uur en zondag van 13 tot 17 uur. Het adres is Gerard Noodtstraat 21, Nijmegen, telefoon 080-230749.

In een van de vleugels van de Abdij van Rolduc, in het gelijknamige plaatsje bij Kerkrade, is het Mijnmuseum gevestigd. Hier is een schat aan informatie aan de hand van historische dokumenten, kaarten, tekeningen en dergelijke tentoongesteld. Tevens zijn er allerlei mijninstrumenten te zien. Bovendien is er een expositie van de vuursteenmijnbouw zoals deze tijdens het Neolithicum in Zuid-Limburg plaatsvond. De tentoonstelling is het hele jaar open van dinsdag tot en met vrijdag van 9 tot 17 uur. De abdij ligt op ongeveer 15 minuten van station Kerkrade-Centrum en van station Heerlen.

De Vereniging Vrienden van het Rijksmuseum voor Volkenkunde in Leiden organiseert op 9 januari een lezing met als onderwerp "Aboriginals in Noord-Australië". De lezing wordt gehouden door Dr. Ad Borsboom. Hij zal ingaan op de hedendaagse levenswijze van deze oorspronkelijke bewoners van dit werelddeel, die ondanks de Europese kolonialisatie hun kulturele zelfstandigheid hebben weten te behouden. De lezing begint om 20 uur. Het adres is Steenstraat 1, Leiden. Opgave door overmaking van ƒ 2,00 op gironummer 591194 ten name van de penningmeester van de vereniging.

In Ketelhaven is in het Museum vor Scheepsarcheologie een permanente expositie ingericht over de geschiedenis van schepen en scheepsbouw. Diverse inventarissen uit schepen die uit de IJsselmeerpolders tevoorschijn zijn gekomen, laten zien hoe het leven aan boord in de voorgaande eeuwen moet zijn geweest. In het midden van de expositie is een wrak van een 17e eeuwse koopvaarder opgesteld. Openingstijden van maandag tot en met zaterdag van 9 tot 17 uur en zondag van 10 tot 18 uur. Het adres is Ketelhaven in Oost-Flevoland, telefoon 03210-3287.



Het lijfje van deze vlinder is een barokparel, een edelsteen uit de levende natuur.

Tot en met 6 mei 1984 is in het Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie in Leiden de tentoonstelling "Edelstenen uit de levende natuur" te zien. De meeste edelstenen zijn harde mineralen die diep in de Aarde zijn gevormd. De levende natuur biedt echter ook materiaal dat tot de edelstenen wordt gerekend: barnsteen, parels, git, ivoor, bloedkoraal, hoorn. Over dit materiaal en wat men er mee doet gaat de tentoonstelling. De openingstijden zijn maandag tot en met vrijdag van 10 tot 17 uur en zondag van 14 tot 17 uur. Op feestdagen is het museum gesloten en de toegang is gratis. Het adres luidt Hooglandse Kerkgracht 17, Leiden, telefoon 071-124741.

Lia van Loon

Siso kode 551.3

Ben Mayer

Speuren naar 'nieuwe sterren' met een diaprojektor

In de astronomie gebruikt men een soort stereomikroskoop om op fotografische negatieven te speuren naar kleine helderheidsverschillen van hemellichamen. Het instrument heet blinkmikroskoop en is tamelijk kostbaar. De Amerikaanse amateur Ben Mayer heeft een heel eenvoudige versie voor de amateur bedacht.

De blinkmikroskoop heet ook wel blink-comparator en datzelfde woord zit in de PROBLICOM, de PROjection BLInk COMparator. Met dat toestel, niets anders dan twee diaprojektoren en een draaibare schijf, kunnen heel gemakkelijk twee negatieven van dezelfde hemelstreek vergeleken worden. Intussen is een wereldwijd net van amateurs opgezet die voortdurend de hemel fotograferen en hun resultaten met de PROBLICOM bekijken. Een aantal maanden geleden werd een eerste sukses gevierd: de ontdekking van een nova, een plotseling helder wordende ster.

Hemelbewaking

De PROBLICOM sky survey ging van start in de herfst van 1977 en kent heel veel bijval, niet alleen in de Verenigde Staten en Canada, maar ook in Azië, Zuid-Amerika en Europa. Het aantrekkelijke van deze fotografische hemelbewaking ligt in de eenvoud. Het eenvoudig te ontwerpen toestel laat zonder problemen toe twee opnamen, met dagen, weken of zelfs jaren tussenpauze gemaakt, op veranderingen te onderzoeken. Charles Kowal gebruikte een professionale blink-comparator om Chiron, een vreemde, traagbewegende planetoïde, te ontdekken. Net als Kowal kan iedere amateur nu zelf zijn opnamen maken en vergelijken. Misschien doet hij wel een belangrijke astronomische ontdekking. In ieder geval wachten hem een hoop interessante ervaringen.

Er is een belangrijk verschil tussen beroepswerk en een amateursprojekt. De beroepsastronoom gebruikt instrumenten met relatief sterke vergrotingen om lichtzwakke objekten te zoeken in een gebiedje van amper enkele vierkante graden. De taak van het PROBLICOM-netwerk ligt elders. Amateurs zoeken novae en kometen, lichtsterker dan magnitude 10, in een gebied dat ongeveer 150 vierkante graden beslaat. Opmerkelijk ook is dat beroepsastronomen glasplaten gebruiken die met verschrikkelijk dure mikroskoopachtige toestellen worden onderzocht en dat de PROBLICOM uit twee gewone diaprojektoren bestaat.



De PROBLICOM, twee diaprojektoren en een draaiende schijf. Het eenvoudige apparaat maakt bijzonder werk mogelijk. Foto Ben Mayer

Kleur mogelijk

Een en ander betekent wel dat de negatieven moeten worden ingeraamd. Maar ook wordt de mogelijkheid geboden kleurendia's te gebruiken. Deze verschaffen een veel realistischer beeld van de nachthemel. De sterren met al hun kleuren op een blauw-zwarte achtergrond maken het vergelijken nog gemakkelijker en ... prettiger. Het eenvoudige principe van vergelijken door knipperen (in het Engels "blinking", vandaar blink-comparator) is al heel oud en blijft voor amateurs hetzelfde als voor beroepsmensen. Hoe werkt de PROBLICOM?

Werkwijze

De twee negatieven worden op zo'n manier op het scherm geprojekteerd dat identieke sterbeeldjes elkaar overlappen. Door draaiïng van een halve schijf, al of niet bevestigd aan een motor, worden de lenzen van de projektoren afwisselend bedekt. Wanneer geen verandering plaats had, zal het oog een stabiel beeld ontvangen, waarbij alle sterren precies met elkaar overeenstemmen. De twee opnamen lijken één.

Wanneer een planetoïde op negatief A zich op negatief B verplaatst heeft, zal het de aandacht trekken in het bewegingsloze sterrenpatroon, zelfs al is de verplaatsing minimaal. Het lichtpuntje blijkt heen en weer te springen. Ook andere objekten zijn op deze manier te ontdekken. Veranderlijke sterren lijken te pulseren wanneer ze van een bijna onopgemerkte zwakke naar een grotere helderheid gaan en terug. Tenslotte zal een nieuw objekt, onzichtbaar op één van de opnamen, zich zeer duidelijk laten herkennen door ritmisch op te lichten. De blink-techniek is zonder meer ideaal voor astronomische ontdekkingen. Wellicht zouden we het anders met heel wat minder gekatalogiseerde planetoïden, novae en kometen hebben moeten stellen. Misschien ook zouden we maar acht planeten kennen: hoe anders zou de lichtzwakke Pluto zijn ontdekt?

Een geweldig dure maar bijzonder nuttige techniek van de beroepsastronomen komt nu via de goedkope PROBLICOM binnen het bereik van amateurs. Een kleinbeeldkamera en twee diaprojektoren volstaan. Er is zelfs een belangrijk voordeel aan toegevoegd: de

mogelijkheid van kleurenfotografie. Via een netwerk van amateurastronomen kan het zoekwerk bovendien erg efficiënt gebeuren.

Een opname met een 135 mm telelens beslaat zowat 150 vierkante graden. In tegenstelling tot het menselijke oog dat slechts sterren tot de 6de magnitude kan zien, is zelfs de allergoedkoopste kamera (of beter: de kombinatie kamera + film) in staat tijdens de belichtingstijd lichtindrukken op te sparen. De normaal in gebruik zijnde kleurenfilms halen al vlug magnitude 10 en zwart-wit films gaan nog verder.

Met een teleskoop kan een amateur erg lichtzwakke objekten, tot magnitude 15 à 16, fotograferen. Daarmee komt hij al dicht in de buurt van wat professionele astronomen presteren. Eén belangrijke zaak mag echter niet uit het oog worden verloren. De mogelijkheid om een objekt te fotograferen hangt af van de fotografische uitrusting, de volgnauwkeurigheid, de belichting en eventuele lichtstoornis op de waarnemingsplaats. Hoe nauwkeurig het PROBLICOM-apparaat ook in elkaar is gezet, het heeft met de opname op zich niets te maken!

Samen aan het werk

Om de vergelijking tussen beroepsastronomen en amateurs volledig te maken, nog dit: de dure laboratorium-apparatuur laat slechts één operator bij het okulair toe, terwijl de PROBLICOM een sociale funktie kan vervullen op klubbijeenkomsten! De leden van zo'n vereniging kunnen samen de resultaten van hun speurwerk bekijken. In groepsverband is het bovendien helemaal niet moeilijk twee projektoren bijeen te brengen. De opzet van ons netwerk is de kontinue bewaking van de hemel met een 135 mm telelens als standaarduitrusting. Wanneer men de bijbehorende kamera in horizontale stand zet, beslaat het blikveld van de telelens bij de hemelevenaar een veld van 15 graden breed (1 uur in rechte klimming) en 10 graden hoog (in deklinatie). Op deklinatie 65 graden blijft die hoogte 10 graden, maar nu fotografeert men ongeveer 2 uur in rechte klimming. Dit effekt is gemakkelijk vast te stellen door nauwkeurig een sterrenkaart te bestuderen.

De in noordelijke streken zichtbare hemel beslaat bij benadering 30.000 vierkante graden en we zijn goed op weg om deze volledig in het oog te houden. Om een zinvolle speurtocht mogelijk te maken, krijgen de deelnemers aan het programma vier koördinaatreeksen toegewezen met tussenruimte van 6 uur (90 graden) in rechte klimming. Ze hebben dan een koördinatenreeks voor elk jaargetijde. Op die manier kan het werk verdeeld worden over een éénjarige cyklus.

Wie weinig tijd heeft of met een ongunstig klimaat zit, bewaakt slechts één fotografisch veld van 150 vierkante graden. Anderen, die meer geluk hebben, krijgen grotere gebieden toegewezen en maken dus meer opnamen. In de regel wordt het toegewezen gebied éénmaal per maand gefotografeerd en met de vroegere opnamen vergeleken.

Onderling kontakt bij het werk is natuurlijk van vitaal belang. Een waarnemer in Nederland kan bijvoorbeeld zijn gebied eens niet fotograferen. Misschien heeft zijn Belgische kollega wel betere weersomstandigheden en kan zo de kontinuïteit van het programma verzekerd worden.

Eénmaal per maand het toegewezen gebied fotograferen en onderzoeken, kan als een nuttige bijdrage aan het PROBLICOM-programma worden gezien. Bijkomende arbeid is natuurlijk ook welkom. Hierdoor wordt de kans op een ontdekking alleen maar verhoogd. Wie mee wil werken aan het wereldwijde amateursnet, kan kontakt opnemen met:

Problicom Sky Survey
c/o Ben Mayer
1940 Cotner Avenue
Los Angeles, California 90025
U.S.A.

Vertaling: Luc Vanhoeck

Zesde astrofotografiedag



Opname van de nevel rond de Pleiaden-sterrenhoop. Er is 30 minuten belicht met een 30 centimeter kijker op 103a 0 film. Deze schitterende astrofoto kwam tot stand bij temperaturen ver beneden het vriespunt. Ze werd onder de ijzige Finse winterhemel gemaakt door Juhani Salmi.

Naar jaarlijkse traditie komen op zaterdag 29 november de Nederlandse en Vlaamse astrofotografen weer bijeen om een studiedag te wijden aan hun gezamenlijke hobby.

De astrofotografiedag der lage landen wordt voor de zesde maal georganiseerd, dit maal in België. De bijeenkomst wordt in Puurs gehouden. Iedereen wordt tegen 10.30 uur verwacht. Er is dan voldoende gelegenheid om even een praatje te maken en de bestellingen van warme maaltijden te noteren.

Tussen 11 en 17 uur krijgen een zestal amateurs de gelegenheid hun werk voor te stellen aan de hand van foto's en dia's. De ervaring heeft geleerd dat dikwijls hoogwaardig werk de revue passeert. De gelegenheid doet zich niet vaak voor prachtige hemelopnamen en ingenieus zelfbouwwerk van 's morgens tot 's avonds te mogen bewonderen.

Wie zelf geen voordracht houdt, krijgt tussen door altijd de gelegenheid zijn foto's te tonen tijdens de vele informele kontakten of tijdens de rubriek "meegebrachte opnamen".

De informele kontakten zijn trouwens erg belangrijk op zo'n astrofotografiedag. Daarom worden diverse pauzes ingelast. Het is dikwijls zo "eventjes tussendoor" dat nieuwe impulsen worden gegeven aan de hobby en nieuwe plannen ontstaan.

Men hoeft niet noodzakelijk zelf aan astrofotografie te doen om deze dag te kunnen waarderen. De talloze mooie foto's en dia's alleen al maken het de reis waard.

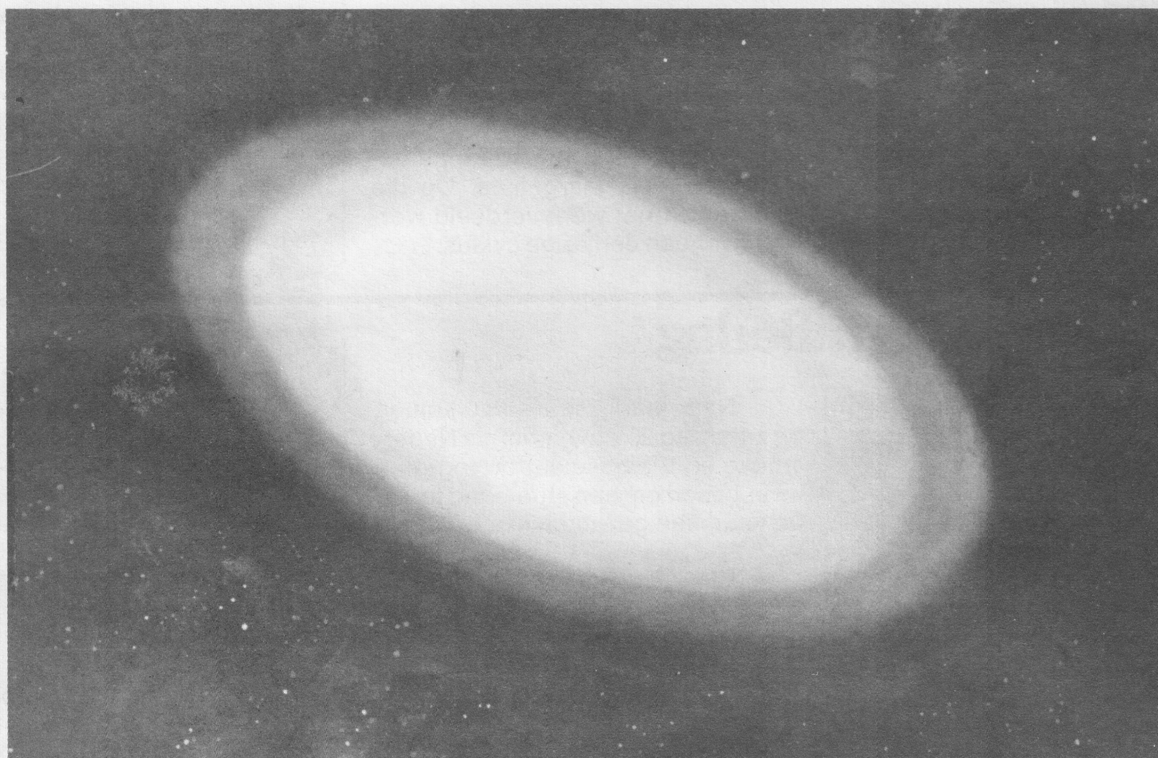
Puurs is eenvoudig te bereiken vanuit Antwerpen, Mechelen, Brussel of St. Niklaas. Het ligt langs de autoweg Mechelen-St. Niklaas. Van daar af zorgen de organisatoren voor bordjes naar restaurant De Pirrewit, Guido Gezellelaan 19, waar de bijeenkomst wordt gehouden.

Inlichtingen:
Luc Vanhoeck
Elsbos 16
2520 Edegem - België

Huub Eggen

PLANETEN ROND WEGA?

Er draait materie rond de ster Wega. Dat is gebleken uit metingen die door de IRAS zijn gedaan. Wat precies rond Wega draait, kan door de IRAS niet bepaald worden. Het zou echter om een planetenstelsel in wording kunnen gaan.



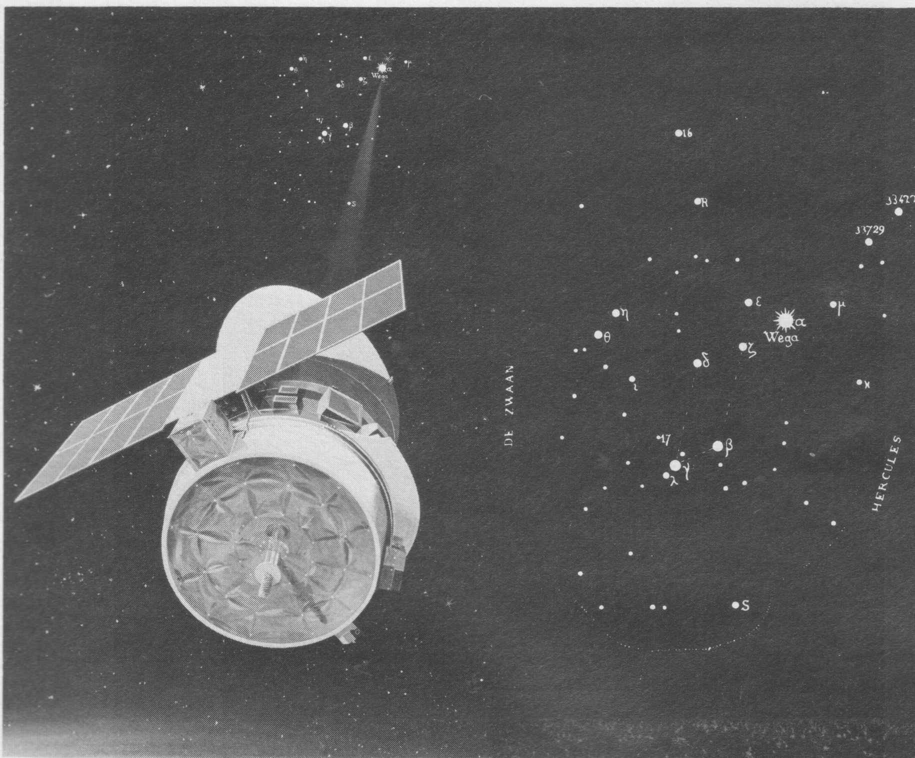
Zo zou Wega er van dichter bij uit kunnen zien. Er draait materie om de ster, misschien in een dergelijke schijf gekoncentreerd. De schijf is wel minder helder dan deze afbeelding aangeeft.

Wega, de hoofdster van de Lier, wordt door sterrenkundigen op Aarde al sinds lang gebruikt als een soort ijkster vanwege haar helderheid. Er zijn aan onze hemel maar vier sterren helderder dan Wega. Daarnaast is Wega een van de best bestudeerde sterren. Zij staat op 26,5 lichtjaar van ons af. Ze is ongeveer 2,5 keer zo groot als onze Zon, meer dan drie keer zo zwaar en ze straalt ongeveer 58 keer zoveel energie uit. Dat betekent dat ze een korter leven beschoren is dan onze Zon. Naar schatting is Wega nu rond één miljard jaar oud, tegen onze Zon 4,6 miljard jaar.

Iets aan de hand

Omdat Wega zo goed bekend is, wat het niet meer dan logisch dat twee onderzoekers uit het grote team dat met de IRAS werkt, deze ster ook voor "hun" satelliet als ijkster gebruikten. Al snel bleek uit de metingen dat Wega in het infrarood helderder en groter was dan verwacht. Een aantal andere sterren van hetzelfde type als Wega zag er in de IRAS-teleskoop wel helemaal uit zoals men verwachtte. Waarom week Wega af?

De twee onderzoekers, H.H. Aumann en Fred Gillett, probeerden eerst de meest voor de hand liggen-



IRAS keek naar Wega en ontdekte infraroodstraling uit de onmiddellijke omgeving van die ster. Er draait kennelijk materie om Wega, maar hoe die materie verdeeld is, kan de IRAS-teleskoop niet zien.

de verklaringen. Misschien lag stomtoevallig precies achter Wega in onze gezichtslijn een nog niet eerder waargenomen melkwegstelsel. Omdat Wega betrekkelijk dicht bij ons staat, zou in de loop van de maanden door de perspektiefwerking de ster iets ten opzichte van zo'n melkwegstelsel moeten verschuiven. Bij herhaalde waarnemingen bleek daar niets van. De infrarode straling moest dus uit de omgeving van Wega zelf komen. Misschien raakt Wega wel gas kwijt en zag de IRAS dat. Er werd echter geen enkele aanwijzing voor gevonden dat gas van Wega wegstroomt. Bleef over de mogelijkheid dat de bron van de infraroodstraling om Wega heen draait. De teleskoop van de IRAS ziet alleen maar dat er straling uit de omgeving van Wega komt, maar geen afzonderlijke details. Toch kan uit de meetgegevens allerlei informatie afgeleid worden.

Een wolk of een schijf

Allereerst blijkt dat de straling die de IRAS meet, afkomstig is uit een gebied dat een doorsnede heeft van 24 miljard kilometer. Ons zonnestelsel meet zo'n 10 miljard kilometer in middellijn. Verder blijkt het gebied waar de straling uit vandaan komt, aardig symmetrisch ten opzichte van Wega. De onderzoekers weten niet of deze symmetrie een bolvormige wolk van materie betekent of een schijf waar we toevallig net recht bovenop kijken. Aumann denkt dat het een schijf is, omdat bolvormige wolken rond een centraal lichaam volgens berekeningen de neiging hebben te vervormen tot een schijf. De materie rond Wega heeft een temperatuur van -183 graden celsius. Dat is erg laag voor onze begrippen, maar heel warm vergeleken met de omringende ruimte, waarin het maar een paar graden boven het absolute nulpunt (-273 graden celsius)is.

De wolk of schijf moet volgens de onderzoekers uit deeltjes bestaan die in ieder geval groter zijn dan rond één millimeter in doorsnede. Nog kleinere deeltjes zouden (volgens het Poynting-Robertson effekt) namelijk al lang naar Wega toe gespiraliseerd zijn en dus ingevangen.

Aumann en Gillett hebben ook een schatting gemaakt van de hoeveelheid materie rond Wega. Als daar hetzelfde opgaat als in ons zonnestelsel, namelijk dat het aantal deeltjes ruwweg afneemt met de derde macht van hun doorsnede, dan zit er rond Wega rond 0,001 zonsmassa. Dat is bij benadering evenveel als er rond onze Zon draait, aan planeten, planetoïden, meteoroïden en stofdeeltjes.

Heeft Wega dus planeten? Dat weten we niet. De IRAS kan niet zien of er in de wolk of schijf heel grote brokken zitten. Als we hedendaagse theorieën over de vorming van planeten mogen geloven, zijn er mogelijk geen grote objekten bij Wega. Volgens die theorieën kost het ongeveer een miljard jaar om grote planeten te vormen en Wega is mogelijk zelf niet eens zo oud.

Verder onderzoek

Wega zal de komende tijd heel wat aandacht van astronomen krijgen. Op 11 augustus van dit jaar keken sterrenkundigen met een infraroodteleskoop in het Gerard P. Kuiper onderzoeksvliegtuig van de NASA naar Wega. Ook deze teleskoop ''zag'' materie rond Wega. Eén van de toekomstige werkzaamheden zal zijn te proberen de omwentelingssnelheid van Wega te meten. Is er geen snelheid, dan kijken we óp een van de polen van Wega en dan is de materie rond de ster zeer waarschijnlijk in een schijf gekoncentreerd.

Meer planeten

De ontdekking van de IRAS is heel belangrijk voor de ideeën over het ontstaan van planeten. Wega is evenwel niet de enige ster waar men nu planeten of planeetvorming vermoedt.

Storingen in de beweging van de Ster van Barnard hebben al jaren geleden tot de veronderstelling geleid dat er enkele donkere lichamen (planeten?) rond die ster moeten draaien. In 1977 werd ontdekt dat de ster MCW 349 omgeven is door een schijf gas, waarin misschien planeten aan het ontstaan zijn.

Vorig jaar zijn op Hawaii metingen gedaan die lijken aan te geven dat rond de ster T-Tauri misschien een superplaneet draait. Japanse radio-astronomen hebben onlangs een rondwervelende wolk gas ontdekt om een ster in het sterrenbeeld Orion. Ook ontdekten de Japanners dat zich mogelijk een schijf materie bevindt rond de ster L1551 in de Stier. In deze laatste twee gevallen gaat het mogelijk om materie die zich in een schijf rond de ster aan het koncentreren is. Of daar ook planeten uit groeien, is overigens allerminst zeker.

Al met al lijken de waarnemingen van de IRAS aan Wega de meest overtuigende voor de aanwezigheid van koele materie rond een andere ster, met mogelijk een planeetstelsel in wording. Er kan de komende tijd nog wel het een en ander aan nieuws te verwachten zijn. Wega zal in ieder geval nooit meer die bekende ster van vroeger zijn. Ze heeft een nieuwe dimensie gekregen.

Siso kode 552.4



Zo rond vier miljard jaar geleden moeten er tal van grote brokken rond de Maan hebben gedraaid. Die brokken kunnen afmetingen van verscheidene tot vele kilometers gehad hebben. Foto's NASA

Huub Eggen

De maantjes van de maan

De Maan heeft geen magneetveld, maar de gesteenten op het maanoppervlak zijn wel "magnetisch". De Maan moet daarom heel lang geleden een magneetveld hebben gehad. Het fossiele magnetisme wijst zelfs op het bestaan van maantjes rond de Maan in dat verre verleden.

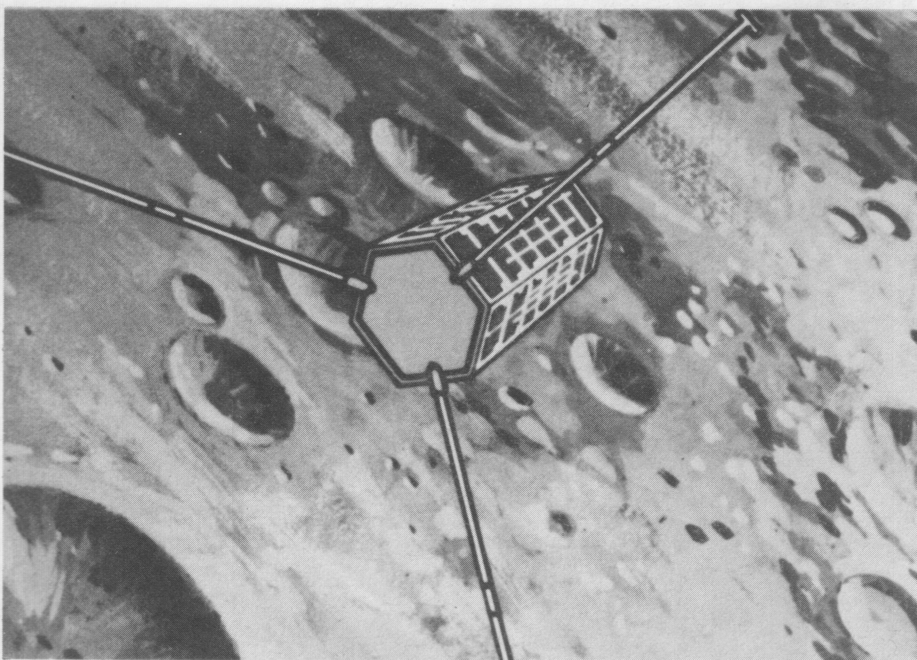
Manen en planeten kunnen alleen een magnetisch dipoolveld, een veld met een noordpool en een zuidpool, hebben als hun kern bestaat uit vloeibaar ijzer dat turbulent stroomt. Die kern moet dus ook heet zijn. De kern van de Maan is koud, dus het was heel logisch dat men bij de Maan geen magnetisch veld van enige betekenis kon aantonen. Groot was daarom de verrassing toen bleek dat in de stenen die door de Apollo-11 astronauten van de Maan werden meegenomen, magnetisme aanwezig was. Zo'n magnetisme, dat niet het gevolg is van een magnetisch veld op dit moment, noemt men remanent magnetisme. Men zou ook van fossiel magnetisme kunnen spreken.

In de verdere verloop van het Apollo-programma bleek dat alle meegenomen stenen fossiel magnetisme vertoonden. Tijdens de vluchten van de Apollo-15 en 16 werd uit de diensteenheid van het moederschip in de baan om de Maan een satellietje overboord gezet. Die twee kunstmaantjes hebben het tegenwoordige magnetische veld van de Maan gemeten en dat is praktisch nul. Ook hebben ze het magnetisme van het maanoppervlak in kaart gebracht. Daaruit kwam naar voren dat er grote plakken op, of liever gezegd onder het maanoppervlak liggen, waarin een krachtig, goed gericht magnetisme aanwezig is.

Verschillende polen

Die plakken blijken lavavelden en de mineralen in de lava vertonen de invloed van een magnetisch veld. Op het eerste gezicht lijken de magnetische richtingen in die lavavelden willekeurig over de Maan verdeeld. Wanneer de richtingen over de maanbol geprojekteerd worden, dan blijken er vier paren van snijlijnen te ontstaan. De snijpunten van elk paar liggen ruwweg 180 graden uit elkaar. Met andere woorden, er ontstaat een beeld van vier verschillende, twee aan twee tegenover elkaar gelegen magnetische polen. Dat is een sterke aanwijzing dat deze polen een magnetisch dipoolveld weerspiegelen. Dit patroon van richtingen en polen laat zich niet verklaren wanneer het magnetisme in het maangesteente het gevolg is geweest van plaatselijk opgeroepen magnetisme, bijvoorbeeld door vulkanisme of grote inslagen van meteoroïden. De polen liggen verder niet in de huidige poolgebieden van de Maan.

Wanneer men er van uitgaat dat de polen inderdaad het bestaan van een magneetveld aangeven, dan kan men ook gaan kijken waar de bijbehorende magnetische eve - naar heeft gelegen. Er zijn dan ook



Uit de diensteenheid van de Apollo-15 en 16 werd een satellietje in een baan rond de Maan achtergelaten. Die satellietjes hebben het fossiele magnetisme van de Maan in kaart gebracht.

vier evenaarposities te bepalen. Die blijken niet met elkaar samen te vallen; dat is begrijpelijk want ook de poolparen deden dat niet. De evenaars vallen niet samen met de huige "geografische" evenaar van de Maan, maar dat is te verwachten gezien de positie van die fossiele polen. Veel interessanter is dat de evenaars door een aantal grote bekkens op de Maan lopen. Een deel van die bekkens zijn de huidige zeeën of maria (het meervoud van "mare"). Wat betekent dit?

Kantelende Maan

De grote bekkens en zeeën (dat zijn met lava opgevulde bekkens) zijn ontstaan door inslagen van grote hemellichamen. Daarover is iedereen het eens. Door de Apollo-landingen op de Maan hebben we van de meeste van de maria materiaal in handen gekregen. Daarvan is de ouderdom bepaald en zo weten we vrij nauwkeurig wanneer die grote bekkens zijn ontstaan. Ze zijn niet allemaal in dezelfde tijd gevormd.

Opmerkelijk is nu dat de magnetische evenaars die uit de gegevens zijn gerekonstrueerd, elk afzonderlijk horen bij inslagen uit een andere tijd. De positie van een bepaalde evenaar heeft kennelijk iets te maken met inslagen uit een bepaalde tijd. Hoe zit dat?

Door de tijd heen lijken de oude magnetische polen van de Maan zich te hebben verplaatst. Nu heeft de Maan nooit bewegende kontinenten gekend, dus moet de pool werkelijk van plaats zijn veranderd. Dat kan alleen maar als de stand van de Maan veranderd is. Dat is mogelijk, en wel door inslagen van grote brokken uit de ruimte.

Bij een grote inslag wordt een diep gat in het oppervlak geslagen. Daardoor raakt de Maan uit haar evenwicht en begint langzaam te kantelen. Het gat beweegt daarbij naar de "top" van de Maan. Door de kantelende beweging komt ook gesteente ónder het maanoppervlak in beweging en volgens berekeningen wordt daardoor de kantelende beweging versterkt. Na enkele miljoenen jaren zou het gat al bij één van de polen van de Maan kunnen zitten. De Maan zal in haar nieuwe stand blijven, totdat ze weer door grote inslagen wordt getroffen.

Dergelijke zware inslagen heeft de Maan inderdaad te verduren gehad, in de tijd dat de grote bekkens ontstonden. Als de Maan toen een magneetveld had, dan zal de richting daarvan vastgelegd zijn in de ijzerhoudende mineralen van lava uit die tijd.

Inslagen op de evenaar

De grote bekkens liggen voor het merendeel op of vlakbij een van de vroegere magnetische evenaars. Omdat de as van een magnetisch veld van een ronddraaiend lichaam in de regel vrijwel samenvalt met de omwentelingsas van dat lichaam, geeft de magnetische evenaar ook ongeveer de plaats van de "geografische" evenaar aan. Dat heeft een interessant gevolg.

De bekkens zijn ontstaan door inslagen van grote brokken uit de ruimte. Het is heel onwaarschijnlijk dat zo maar door het zonnestelsel rondzwervende brokken bijna allemaal rond de evenaar van de Maan zijn ingeslagen. Hetzelfde geldt voor brokken die rond de Aarde liepen en door de Zon en de Maan gestoord werden.

De plaats van de bekkens betekent daarom dat de brokken die daar neersloegen, om de Maan zelf moeten hebben gedraaid! Alleen dan is het te verwachten dat de brokken allemaal in het vlak door de evenaar zaten. Uit de manier waarop bij die inslagen materiaal werd opgeworpen, kan worden afgeleid dat de brokken onder een hoek van minder dan vijf graden het oppervlak troffen. Hun inslagsnelheid lag in de orde van drie kilometer per sekonde. Dat wijst erop dat de brokken langzaam werden afgeremd, waarschijnlijk door de aanwezigheid van stof en gruis rond de Maan.

De inslagen stammen uit de tijd (4,2 tot 3,8 miljard jaar geleden) dat het zonnestelsel nog vol met los materiaal moet zijn geweest. Alle vaste oppervlakken van manen en planeten vertonen grote "littekens" van vergelijkbare ouderdom. Het lijdt daarom geen twijfel dat er brokken om de Maan gedraaid kunnen hebben. De grote inslagbekkens werden tussen 3,6 en 3,2 miljard jaar geleden met lava opgevuld. Daardoor werd de Maan in haar huidige stand gefixeerd.

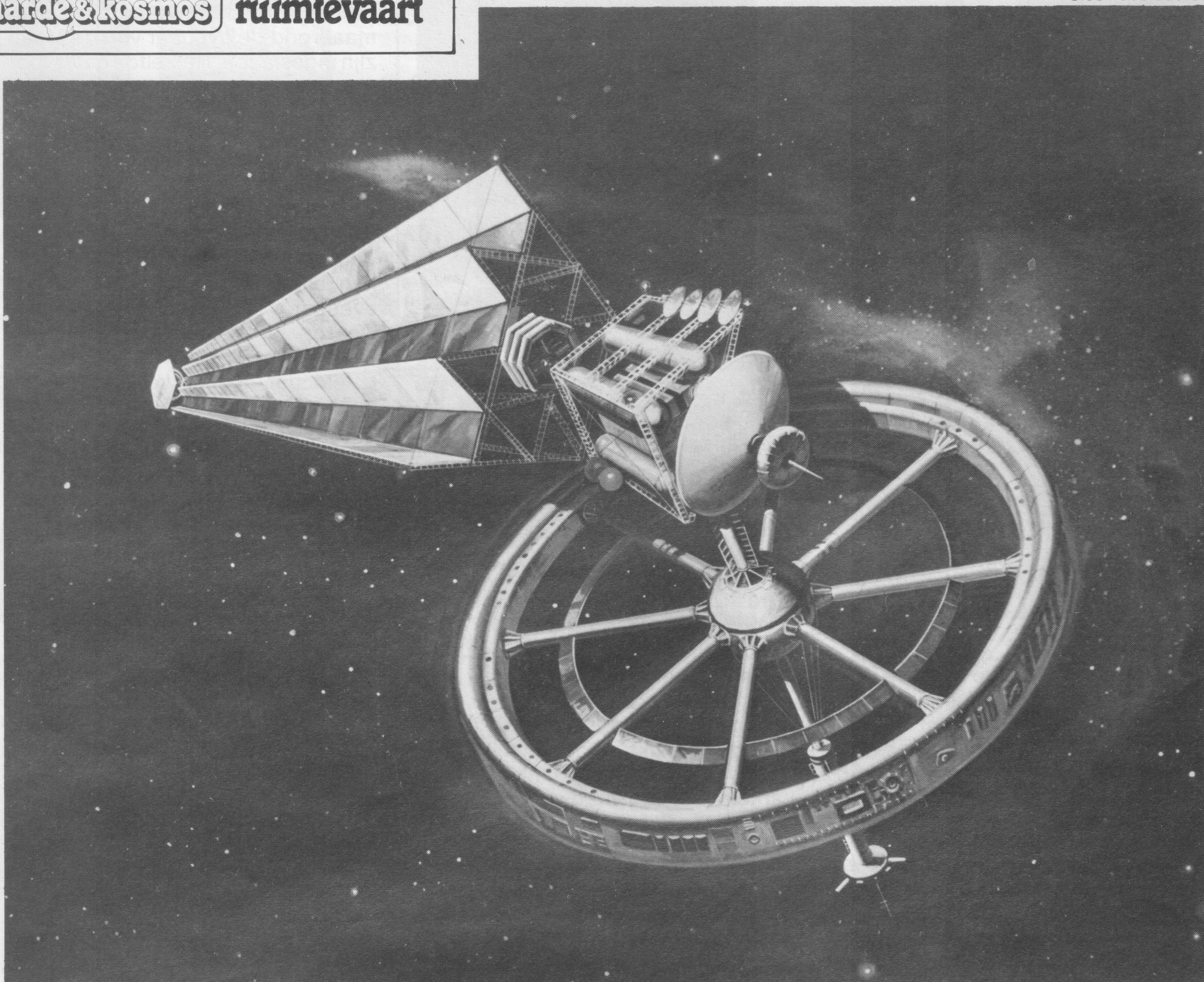
Waar bleef het magneetveld?

Dit hele verhaal, afkomstig van de Engelse onderzoeker S.K. Runcorn, bewijst niet definitief dat dit allemaal zo gegaan is. Het is wel het meest aannemelijke verhaal over het maanmagnetisme dat tot nu toe gehouden is.

Eén vraag kan ook Runcorn nog niet beantwoorden: waarom had de Maan heel vroeger wel een magneetveld en nu niet meer? Ruim 4 miljard jaar geleden was de sterkte van het magneetveld 1 gauss (dat is het dubbele van ons tegenwoordige aardse veld); 3,2 miljard jaar geleden was van die sterkte nog maar 0,01 gauss over. Kennelijk verloor de kern zijn turbulente stroming doordat te weinig energie aangeleverd werd, of koelde de kern zover af dat hij "bevroor". Waarom dat gebeurde, kan niemand nog zeggen. Daarvoor is eerst nodig dat we weten hoe de kern van de Maan vloeibaar kon zijn, en dat is nog een groot raadsel.

Bron: S.K. Runcorn, Nature, vol. 304, 18-8-1983, pag. 589-596.

Siso kode 659.85



De torus, een opzet voor een ruimtestation, die momenteel door de Amerikanen niet meer wordt gehanteerd. De bouw ervan vinden ze veel te duur voor de huidige middelen.

Amerikanen gaan ruimtestation bouwen

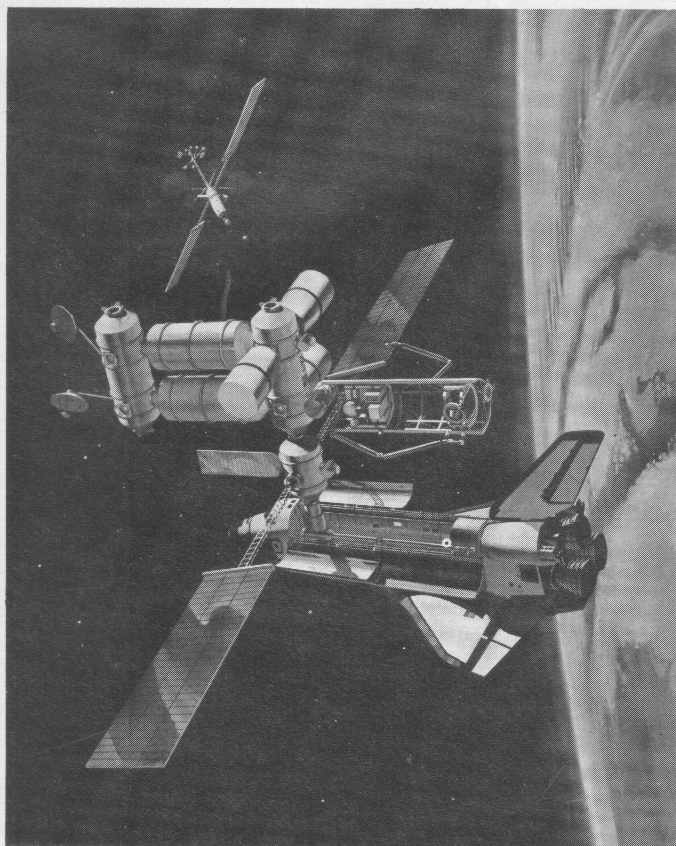
G.J.van Lonkhuyzen

Volgend voorjaar, en misschien al in januari, wordt in Amerika een beslissing verwacht over de volgende grote stap in de ruimte: de bouw van een ruimtestation. De industrie zal een belangrijk aandeel in zo'n station moeten hebben.

Hij hing gewichtloos in zijn stoel en dacht aan thuis, heimwee. Valentin Lebedev schrijft erover in zijn dagboek dat onlangs in de Pravda is gepubliceerd. Lebedev maakte samen met Anatoli Berezovoi de langste bemande vlucht tot nog toe, 211 dagen. Het is niet bekend of heimwee ook een probleem was voor die andere kosmonauten die honderden dagen in de Saljoet moesten wonen en werken. Wel zijn die kosmonauten bezig met een nieuwe stap in de ontginning van de ruimte: voortdurend mensen in een ruimtestation. De Russen zijn, stapje voor stapje, bezig met een programma dat leidt naar een groot ruimtestation.

De Amerikanen zijn zover nog niet. In toenemende mate hoort men echter in Amerika de mening verkondigen dat het de allerhoogste tijd wordt voor een eigen ruimtestation. De NASA en de industrie staan duidelijk achter dit idee, de overheid aarzelt nog en de militairen zeggen geen behoefte aan een station te hebben. Toch lijkt de tijd rijp voor het besluit om een eigen station te gaan bouwen.

Volgens de nieuwste opvattingen is dit het ideale begin van een ruimtestation. Met de Space Shuttle worden modules naar boven gebracht, die in de ruimte worden samengevoegd. Het geheel laat zich naar behoefte uitbouwen. Men kan ook free flyers, zelfstandige platforms, in de buurt laten vliegen (op de achtergrond). Op die platforms worden volledig automatisch funktionerende produktie-eenheden gemonteerd.



Er wordt sinds enige tijd druk gestudeerd op de eisen voor een ruimtestation. Er wordt ook gepraat met Europeanen, Japanners en Canadezen over deelname aan het programma. In dit artikel bekijken we de Amerikaanse gedachtengang. Daarna belicht Jaap Terweij recente Russische aktiviteiten.

Waarom een station?

Luitenant-generaal James Abrahamson, chef bemande ruimtevaart van de NASA, verwacht dat de regering Reagan in de eerste helft van het komende jaar zal besluiten de NASA opdracht te geven een ruimtestation te ontwikkelen. In de praktijk betekent zo'n besluit dat geld voor de ontwikkeling zal worden aangevraagd bij de Amerikaanse volksvertegenwoordiging. De Amerikanen beginnen bescheiden: een station van 40 ton en 195 kubieke meter inhoud.

Het belangrijkste argument vóór een ruimtestation, zegt Abrahamson, is dat het de enige manier voor Amerika is om eerste te blijven in de ruimte, een positie die met de Apollo en de Shuttle werd verworven. De Russen zijn met hun Saljoet-programma hard op weg de Amerikanen op achterstand te zetten. Abrahamson denkt dat de Amerikanen zonder ruimtestation hun positie in de ruimte binnen tien jaar verliezen aan de Russen en misschien zelfs wel aan de Europeanen.

Waar dient het station voor?

De NASA heeft uitgebreid marktonderzoek gedaan naar de behoefte aan voorzieningen in de ruimte. De konklusie is dat er iets moet komen dat een reeks van aktiviteiten kan herbergen. Er moet een bewoonbaar deel zijn. Daarnaast moeten er ook zelfstandig funktionerende platforms (de zogeheten free flyers) komen, met automatisch werkende apparatuur erop. Die platforms zouden in formatie met het station mee kunnen vliegen. Aan het woondeel zouden vervolgens diverse laboratoria, zowel voor praktisch als experimenteel werk, moeten komen. Verder wordt een module voorzien die elektriciteit produceert en moet er een methode

ontwikkeld worden om de free flyers te onderhouden.

Binnen de NASA bestaan ideeën om niet één groot station te bouwen, maar diverse kleine bemande en/of onbemande eenheden. Die moeten in uiteenlopende banen om de Aarde draaien, afhankelijk van het doel dat ze hebben. Om te beginnen zou een bemande eenheid met een free flyer in een baan rond de evenaar gebracht moeten worden, gevolgd door een free flyer in een baan over de polen.

In latere fasen kunnen de bemande eenheden uitgebreid worden met konstruktiefabrieken. Die zouden op de eerste plaats het ruimtestation zelf moeten vergroten, maar ook dienen om ruimtevoertuigen te bouwen, bijvoorbeeld voor een reis naar Mars. Het is duidelijk dat in deze ontwikkeling geen plaats is voor een opzet à la Skylab of Saljoet; die is niet "elastisch" genoeg.

Kommercie en wetenschap

De NASA verwacht zelfs dat de industrie vrijwel meteen modules zal leveren zodra de eerste delen van een ruimtestation in elkaar gezet zijn. Dat kunnen fabrikagemodules zijn, maar ook "huurfabrieken" waar iedereen die iets wil maken in de ruimte, terecht kan.

Er zijn aan de plannen ook al prijskaartjes gehangen. Het totale projekt, zoals dat op dit moment wordt opgezet, zal rond 10 miljard dollar gaan kosten. De NASA wil volgend jaar met een bedrag tussen 25 en 100 miljoen dollar beginnen en vanaf 1987 jaarlijks een bedrag van 1 miljard dollar ter beschikking krijgen.

Wetenschappers in Amerika zijn een beetje benauwd voor deze plannen. Ze zijn niet tégen een ruimtestation, maar ze zijn bang dat de bouw ervan zoveel geld kost dat er te weinig overblijft om in de jaren dat men aan de bouw bezig is, ook het wetenschappelijk onderzoek op gang te houden.

Ze uiten hun bezorgdheid echter voorzichtig. Per slot van rekening zijn de mogelijkheden voor de wetenschap ook heel aanlokkelijk als er eenmaal een ruimtestation is. Op de platforms kunnen bijvoorbeeld grote teleskopen gemonteerd worden en van nabij bediend. Ook kunnen platforms ter plekke ingericht en naar betere banen gestuurd worden. Verder is een ruimtestation de ideale plek om bijvoorbeeld een retourmodule voor Mars te bouwen, want zo'n ding wordt heel groot.

De nieuwe plannen zijn tevoorschijn gekomen op een grote studiebijeenkomst eerder dit jaar in Washington. Daar waren 350 toptechneuten uit Amerika, Europa, Japan en Canada bij betrokken. De Amerikanen willen graag zoveel mogelijk deelnemers om de kosten te kunnen verdelen. Om de inbreng zo groot mogelijk te maken zijn tot nog toe alleen maar heel ruwe schetsen van het ruimtestation gemaakt. De NASA wil zich nog aan geen enkele opzet binden. De behoefte moet de vorm bepalen en niet andersom, zoals dat in het verleden ging. Het verhaal gaat dat de tekeningen die op de bijeenkomst aan de deelnemers werden uitgedeeld, na afloop moesten worden ingeleverd om vernietigd te worden. En dat allemaal om de handen absoluut vrij te houden.

In 1969 is een soortgelijke studiekonferentie gehouden en die heeft toen geleid tot het Shuttleprogramma. De afgelopen konferentie verschilde met de vorige in één opzicht: er waren veel deelnemers uit de geïnteresseerde industrieën. De ruimtevaart is in ieder geval in Amerika heel nadrukkelijk aan het kommercialiseren. Vandaar ook dat men partikuliere deelname aan een ruimtestation al in 1994 voorziet. Dan bestaat er al drie jaar een NASA-ruimtestation, tenminste op papier.

Het lijkt misschien allemaal vrij snel te moeten gebeuren, maar het tijdschema is toch redelijk ruim. Dat komt vooral omdat men verwacht dat de militairen, eventueel via een achterdeur, toch mee zullen doen en dus meebetalen en bouwen. Heel veel ruimte-aktiviteiten zijn immers ook voor de militairen nuttig.

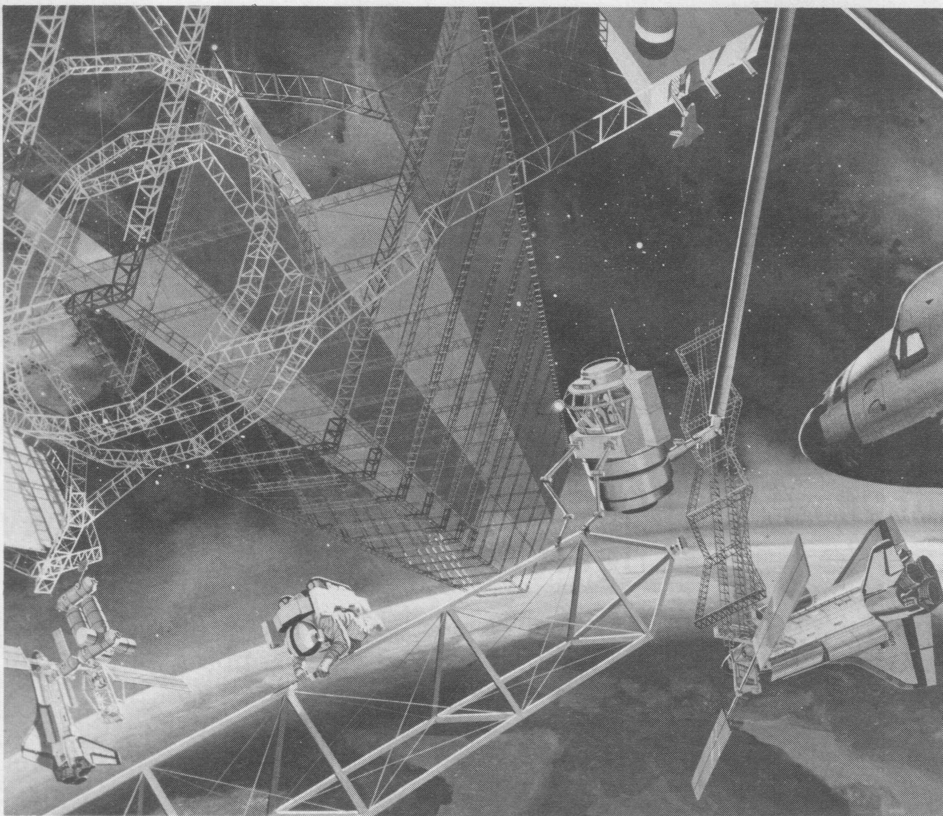
Goedkoper werken

Hoe duur de bouw van een station ook is, alle studies (van Grumman, Lockheed, Rockwell, McDonnell Douglas, de NASA zelf en Johnson en Johnson, van de babypoeder en zo) zijn het erover eens dat heel veel werk in de ruimte aanzienlijk goedkoper gedaan kan worden dan op Aarde. De studies becijferen dat in het algemeen de gemaakte kosten in vijf jaar terugverdiend kunnen worden! Dat geldt in mindere mate voor het overheidsdeel van de kosten van zo'n projekt, maar toch zijn ook daar de ekonomische vooruitzichten voor het station gunstig.

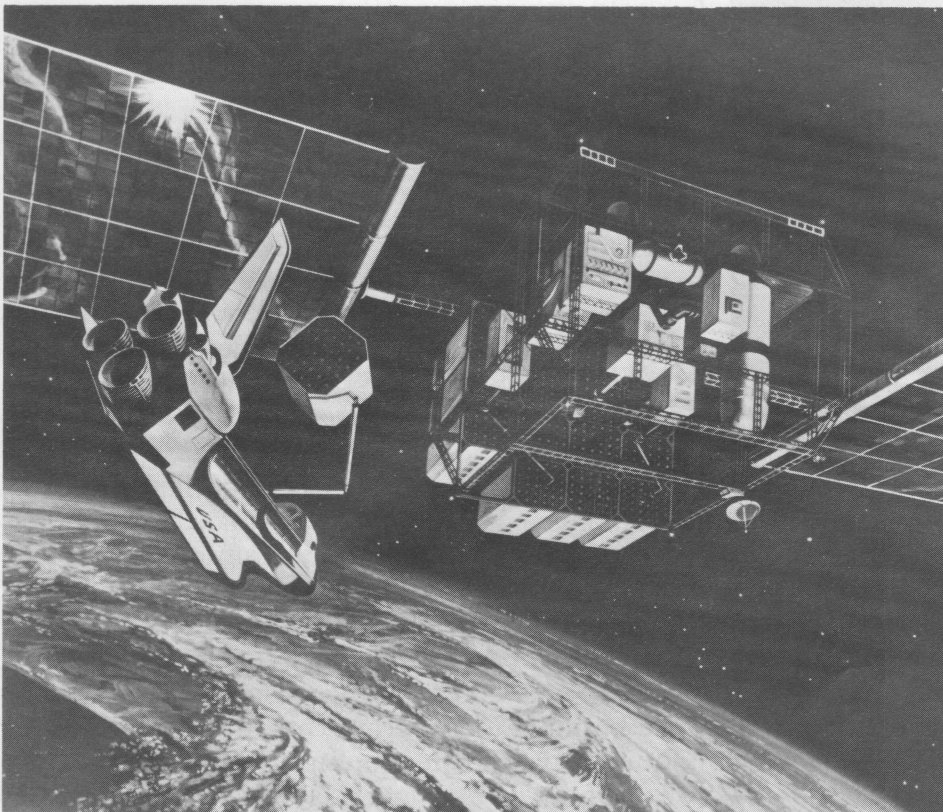
Zo kan een volledig uitgerust station alle beproevingen doen van materialen en konstrukties die voor de ruimte zijn bestemd. Die proeven worden nu op Aarde verricht in peperdure naboots-installaties. Bovendien kan zo'n station ook ruimteschepen bouwen die nooit op Aarde hoeven te komen en dus geen struktuur nodig hebben die de aardse dampkring en de aardse zwaartekracht kan weerstaan. Voor de start van interplanetaire reizen is een ruimtestation helemaal een goed vertrekpunt.

De faktor mens

De mens zelf is in deze plannen een dure faktor. Hij heeft drukkabines nodig, een leefruimte met alle noodzakelijke faciliteiten. De mens kan ziek worden en heimwee krijgen. Er kunnen ruzies komen. Dat zijn allemaal zaken die de arbeidsdoelmatigheid verminderen en zelfs tot nul kunnen reduceren. De Apollo-13 en de eerste Skylab-



De wat verdere toekomst. Astronauten die in het basisstation links wonen, zijn bezig met het bouwen van grote konstrukties voor allerlei doeleinden.



Ruimtestations moeten bemand zijn, daar is bijna iedereen het wel over eens. Bepaalde produktieprocessen zoals het maken van kristallijne stoffen en legeringen kan men beter automatisch laten verlopen in speciale modules op onbemande platforms. Met een Space Shuttle orbiter kunnen modules in hun geheel worden aan- en afgevoerd.

Alle foto's Rockwell

vlucht hebben echter duidelijk aangetoond dat de mens niet gemist kan worden. Alleen de mens kan improviserend en helpend missies redden.

Daarom zijn de plannen voor ruimtestations gemaakt mét bemanningsverblijven, in eerste instantie voor ploegen van vier à vijf man, later voor negenmans ploegen. Ze zullen in de Amerikaanse visie telkens 90 dagen in de ruimte blijven. Langdurige ruimtevluchten hebben aangetoond dat de mens zo'n verblijf in de ruimte goed aankan (zie het artikel op pagina 484 en verder van dit nummer). Of de Russen op dit gebied dezelfde opvattingen hebben als de Amerikanen is niet helemaal duidelijk. Hun extreem lange vluchten hebben in de eerste plaats tot doel vast te stellen hoelang de mens in de ruimte kan blijven. Misschien hebben ze er ook andere bedoelingen mee. De tijd zal het leren.

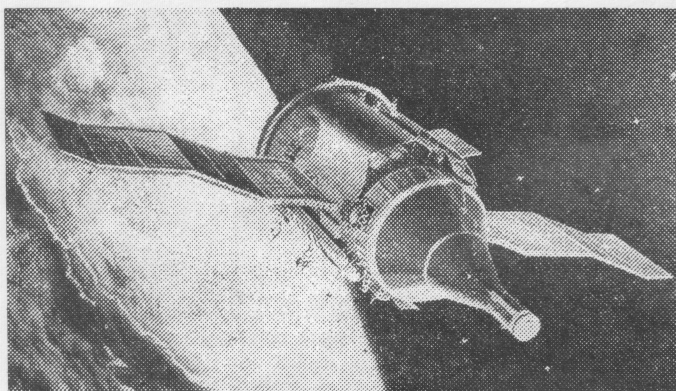
Siso kode 659.85

J. Terweij

Russische bouwsteen in de ruimte

Zijn de Russen van de Saljoet-7 een groter ruimtestation aan het maken of niet? Daarover bestaat verwarring. Bron van de onzekerheden is het gedrag van de Kosmos-1443 die aan de Saljoet heeft vastgezeten.

De Saljoet-7 draait al rond de Aarde sinds 19 april 1982. Verleden jaar brachten Anatoli Berezovoi en Valentin Lebedev 211 dagen in dat station door en kregen ze twee keer bezoek van in totaal zes kosmonauten. Vanaf 10 december 1982 was het station onbemand. Op 2 maart van dit jaar werd de Kosmos-1443 gelanceerd en acht dagen later koppelde dit voertuig aan de Saljoet. Deze Kosmos werd omschreven als een soort bouwsteen waarmee de Saljoet groter gemaakt werd. Nadat in april van dit jaar de driekoppige bemanning van de Sojoez T-8 vergeefs probeerde het station te bereiken (zie Aarde & Kosmos 4/1983), slaagde de bemanning van de Sojoez T-9, gelanceerd op 27 juni, daar wel in. Toen de Sojoez aangekoppeld was, hadden de Russen het grootste bouwwerk uit de ruimtevaartgeschiedenis tot stand gebracht. De troika Sojoez T-9/Saljoet-7/Kosmos-1443 was 38 meter lang, had een massa van 45 ton en een maximale diameter van 4,15 meter. Die lengte is twee meter meer dan het Amerikaanse station Skylab lang was. Het Skylab had echter een massa van 77 ton.

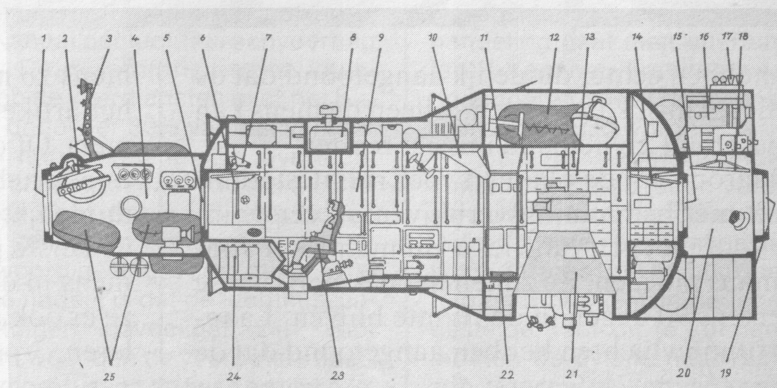


Deze plaat van de Kosmos-1443, op ditzelfde formaat afgedrukt in de Pravda, leidde tot een hoop spekulaties in het Westen. Misschien is de Gemini-achtige neuskegel alleen getekend om iets anders van militaire aard te verbergen.

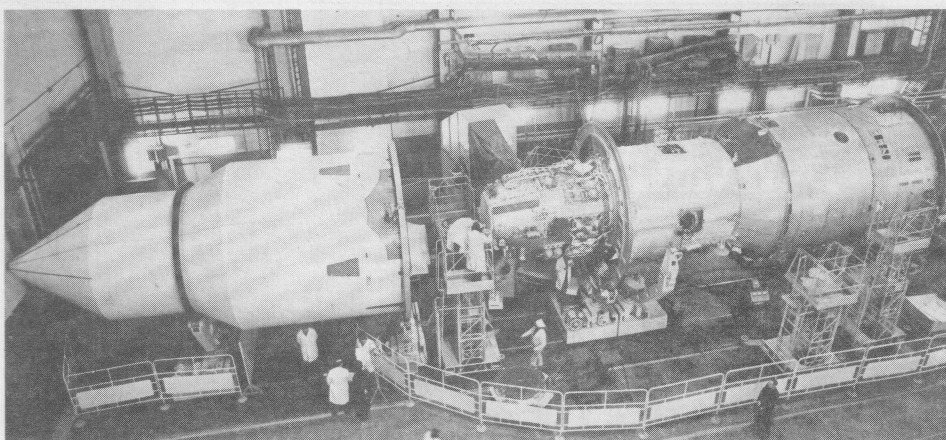
Diverse funkties

De Kosmos-1443 heeft een maximale doorsnede van 4 meter en twee zonnecelpanelen met een totaal oppervlak van 40 vierkante meter; daarmee wordt een elektrisch vermogen van 3 kilowatt opgewekt. Van de Kosmos hebben eerder twee prototypes gevlogen, namelijk de Kosmos-929 in juli 1977 en de Kosmos-1267 die in 1981 aan de Saljoet-6 koppelde.

De Kosmos-1443 heeft globaal vijf funkties. Voor de bemanning van de Saljoet-7 dient hij als woonhuis, laboratorium en vrachtvervoerder. Voor de Saljoet-7 zelf is de Kosmos een voortstuwingseenheid waarmee nieuwe baanhoogten bereikt kunnen worden. Voor de vluchtleiding op Aarde dient de Kosmos als terugkeermodule voor het snel vervoeren van materiaal naar de Aarde als de kosmonauten zelf nog niet terugkeren. De inhoud van de Kosmos is ongeveer 100 kubieke me-



Een doorsnee van de Saljoet-7. De cijfers hebben de volgende betekenis: 1 voorste koppelingssluis, 2 deksel, 3 koppelingsradar, 4 sluiskamer, 5 luik, 6 deksel, 7 tv-kamera, 8 aandrijving van de zonnecelpanelen, 9 grote werkruimte, 10 hometrainer, 11 douche, 12 slaapplaats, 13 achterste werkruimte, 14 deksel, 15 luik, 16 instrumentgedeelte, 17 stuurraketjes, 18 deksel, 19 achterste koppelingssluis, 20 tunnel, 21 wetenschappelijke apparatuur, 22 rolband, 23 centrale konsole, 24 MKF-6M aardobservatie-kamera, 25 ruimtepakken. Bron: Fliegerrevue



Laatste nieuws

Op 19 september meldde het Sovjet-persbureau Tass dat de Kosmos-1443 zijn missie had volbracht en in de dampkring was teruggekeerd. Daarmee hadden de Sovjets weer eens iedereen verrast. De toekomst zal leren wat de betekenis van deze Kosmos precies is geweest.

De Saljoet-7 in de testruimte van de lanceerbasis Baikonoer. Foto TASS

ter. Volgens informatie van de Sovjets gebruikt de bemanning voor wonen en werken 50 kubieke meter. Waar de rest van de ruimte voor dient, is niet bekend gemaakt. Volgens berichten uit Moskou telt de Kosmos drie kamers. Ook zou de Kosmos over minimaal vier koppelingsluiken beschikken. De Kosmos-1443 lijkt daarom de eerste stap naar het bouwen van een groot ruimtestation.

Kosmos afgekoppeld

Dit hele plaatje werd onzeker door twee aktiviteiten van Sovjet-kant. Afgelopen juli publiceerde de Pravda een tekening van de Kosmos-1443, waarop geen koppelingsluiken te zien zijn. Bovendien is de Kosmos op die plaat voorzien van een raadselachtige neus. Op 14 augustus kwam de verrassende mededeling dat de Kosmos zich van de Saljoet had losgemaakt. Negen dagen later landde in Kazachstan een kapsule van de Kosmos met aan boord 350 kilo materiaal van ongeveer 45 experimenten. Ook zaten in de kapsule enkele apparaten die gerepareerd moesten worden. Voordat de kapsule uit de Kosmos werd gestoten, vertrok de Progress-17 (een bevoorradingsschip) naar de ruimte. Op 19 augustus koppelde die Progress aan de Saljoet-7, nadat eerder de kosmonauten hun Sojoez T-9 kabine van de achterkant van de Saljoet naar de voorkant hadden gebracht, waar eerder de Kosmos-1443 had vastgezeten.

Uit deze manoeuvre kan worden opgemaakt dat de Kosmos kennelijk niet zelf van brandstof voorzien kan worden, want de Progress voert naast andere voorraden ook altijd brandstof voor de boordmotor van de Saljoet aan. Uit de berichten over het afkoppelen van de Kosmos en het landen van de kapsule kan worden opgemaakt dat de Kosmos gewoon op afstand van de Saljoet wacht totdat de Progress is ontladen en afgekoppeld. Daarna zou de bemanning haar Sojoez weer naar de achterkant brengen en kan de Kosmos weer aankoppelen. Dat zou moeten, omdat de Kosmos volgens berichten in de Pravda de woning van de kosmonauten is.

Verwarring

De tekening van de Kosmos, die in de Pravda verschenen is, heeft de verwarring alleen maar groter gemaakt. Westerse "specialisten" begonnen meteen te praten over een Gemini-achtige terugkeerkapsule, helemaal in de stijl van het vroegtijdig beëindigde Amerikaanse programma voor een militair ruimtestation MORL. Die interpretatie levert echter grote problemen op.

Volgens het Franse toonaangevende blad Air et Cosmos zouden de Saljoet en de Kosmos kop aan kop gekoppeld zijn. Zowel Air et Cosmos als het Amerikaanse blad Aviation Week and Space Technology interpreteren de tekening uit de Pravda zodanig dat de Gemini-achtige kapsule op de kop van de Kosmos zit. Aangezien de kosmonauten in de Kosmos hebben gewoond, zouden ze elke keer door de zeer smalle neus van die kapsule gekropen moeten zijn en door het hitteschild dat aan de basis van die kapsule moet zitten.

De Kosmos kan echter ook niet met zijn achterkant aan de Saljoet hebben vastgezeten, want daar bevindt zich de motor die de Saljoet/Kosmos kombinatie enkele malen in een hogere baan heeft gebracht.

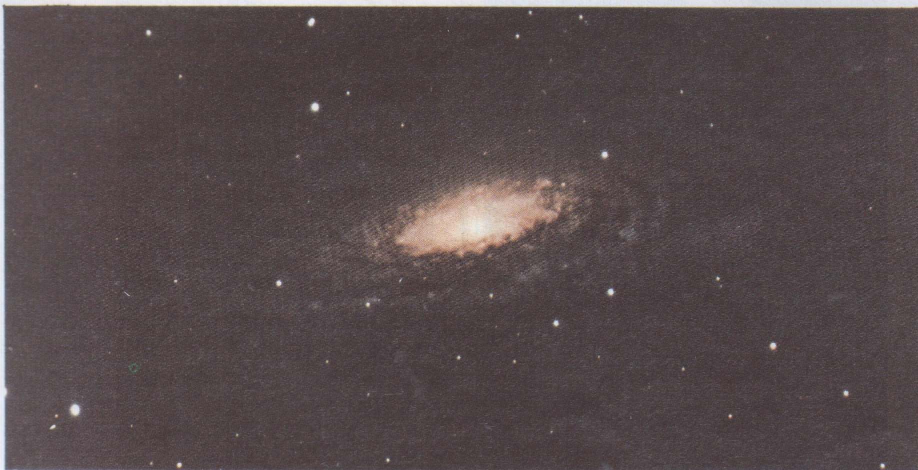
Zelf hou ik het erop dat de Saljoet en de Kosmos wel kop aan kop vast gezeten hebben en eventueel weer vast zitten. De veranderde uiterlijke vorm hoeft echter geen terugkeerkapsule te zijn. De Kosmos lijkt een militair karakter te hebben. Dat zou verklaren waar de ontbrekende 50 kubieke meter inhoud voor dienen. Hiermee zou de Kosmos afgeleid zijn van de Saljoets 3 en 5, die ook een militaire opdracht hadden en voorzien waren van een terugkeerkapsule. Van die Saljoets is nooit fotomateriaal gepubliceerd, evenmin als nu van de Kosmos-1443. Opvallend is ook dat de Russische pers erg weinig aandacht aan de vlucht van de Sojoez T-9 bemanning besteedde, totdat de Progress was gelanceerd. Sindsdien wordt vrijwel dagelijks gerapporteerd waar de kosmonauten Vladimir Ljakov en Aleksander Aleksandrov mee bezig zijn. Zoals altijd zullen de Sovjets wel informatie vrijgeven op een moment dat zij geschikt achten.

Dr. W. van Tend

Heeft Einstein ongelijk? (slot)







Het heelal ziet er niet overal precies gelijk uit. Tussen de sterren van ons eigen melkwegstelsel door zien we overal om ons heen melkwegen. Toch is het heelal op zich opmerkelijk gelijkmatig voorzien van materie. Dat moet met het ontstaan van het heelal te maken hebben. Foto's David Malin en Hale Observatories

De meest vérrijkende toepassing van de theorie van Einstein heeft betrekking op de opbouw en de ontwikkeling van het heelal. Daarbij blijkt dat de algemene relativiteitstheorie onze waarnemingen het beste verklaart.

In de vorige twee delen van deze serie behandelden we de speciale en de algemene relativiteitstheorie. Dit laatste deel gaat over de meest vérrijkende toepassing van de algemene relativiteitstheorie: de opbouw en ontwikkeling van het heelal als geheel. Het vak dat zich daarmee bezighoudt, noemt men kosmologie. Verder kijken we in dit artikel, of de relativiteitstheorie werkelijk zwakke punten heeft, zoals vaak wordt beweerd.

Heelal open of gesloten?

Uitgangspunt van de kosmologie is dat het heelal, bekeken vanaf verschillende plaatsen erin, een gelijksoortige aanblik moet bieden. Verder moet het heelal er in elke richting hetzelfde uitzien. Met zulke veronderstellingen laat de algemene relativiteitstheorie nog vele mogelijkheden open.

Het belangrijkste onderscheid is dat tussen een open en een gesloten heelal. In een open heelal blijven de melkwegstelsels zich van elkaar verwijderen; in een gesloten heelal gaat de uitzetting op een gegeven ogenblik over in een instorting. Is er weinig massa, dan is het heelal open; is er veel, dan weet de zwaartekracht van die massa de uitzetting te stoppen en is het heelal dus gesloten. De waarnemingen wijzen op een open heelal, maar er kan best nog veel ongeziene massa verborgen zijn.

De vraag open / gesloten heeft altijd vele gemoederen in beweging gebracht. Sommigen vrezen de eeuwige uitzetting en zouden liever in een knus gesloten heelal leven. Anderen zijn bang voor een gesloten heelal, want wat moet er gebeuren na de ineenstorting?

De eenvoudige veronderstelling van een heelal dat overal hetzelfde beeld geeft, kan altijd onjuist geweest zijn. Het is dus best mogelijk dat het heelal gesloten is, maar dat het hoekje dat wij overzien, open lijkt. En mochten toekomstige waarnemingen gaan uitwijzen dat het heelal gesloten is, dan kan ook dat enkel een eigenschap van ons hoekje zijn. Niemand hoeft dus ongerust te zijn.

Bij het uitzetten van het heelal is het zinloos te spreken van een middelpunt van de heelalontplofing. Het heelal is als een rijzend krentenbrood: overal zit gist, overal komen de krenten verder uit elkaar. Er is niet één centrumkrent aan te wijzen.

De gewone veronderstelling dat het uitzettende heelal er op iedere plaats (vanaf iedere krent) hetzelfde uitziet, leidt in de algemene relativiteitstheorie ertoe, dat het heelal niet ook nog eens op iedere tijd hetzelfde is. Door de uitzetting wordt het steeds ijler.

Achtergrondstraling

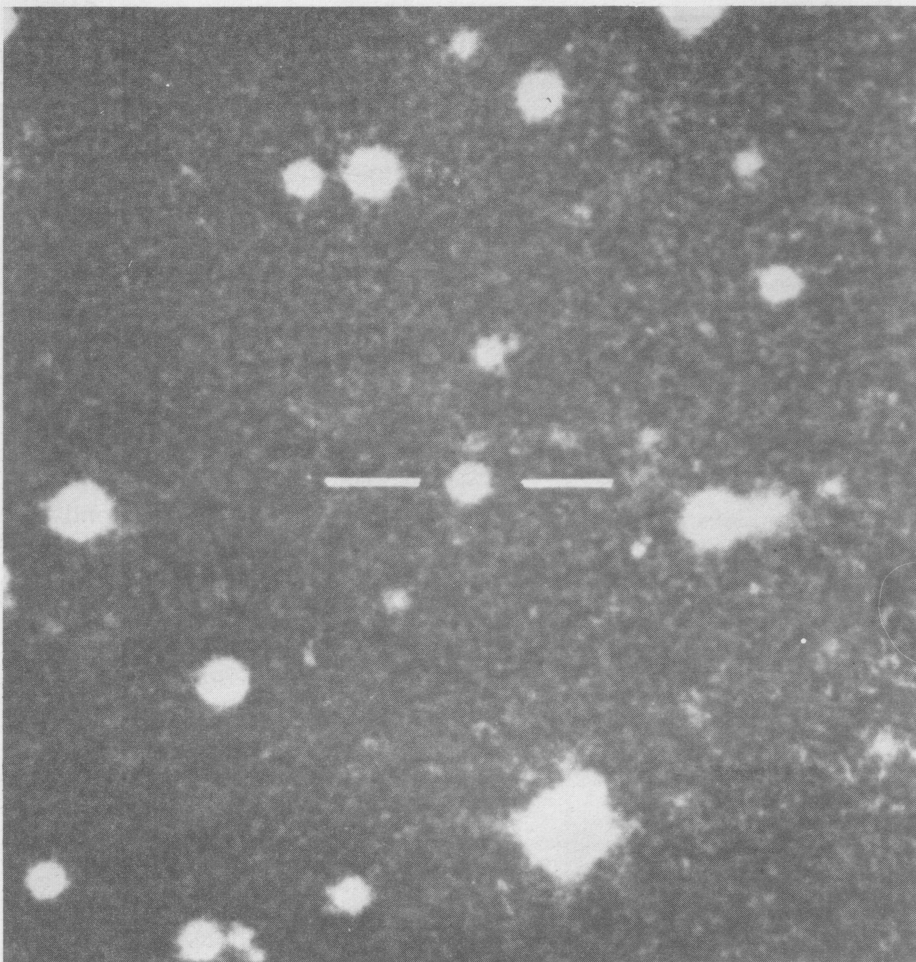
De astronomen Bondi, Gold en Hoyle hielden daar niet van en kwamen daarom in 1948 met de zogenaamde "steady-state theorie". Ze veronderstelden dat de bijgekomen lege ruimte zich vanzelf weer vult: de energie in het heelal neemt daarmee vanzelf toe.

Een dergelijke theorie druist in tegen een beginsel dat sinds Newton gemeengoed is: de natuurwetten uit het ondermaanse gaan ook op voor het bovenmaanse. De steady-state theorie gaat in tegen de algemene relativiteitstheorie en (nog erger) tegen energiebehoud. Heel moeilijk heeft de steady-state theorie het gekregen door de ontdekking van de algemene achtergrondstraling in 1965.

Uit alle richtingen bereikt ons een achtergrondstraling, die afkomstig lijkt van een voorwerp met een temperatuur van drie graden boven het absolute nulpunt. Terwijl de steady-state theorie daar eigenlijk met haar mond vol tanden staat, heeft de geschiedschrijving van het heelal volgens de algemene relativiteitstheorie hiermee geen enkele moeite: in vroeger tijden was het heelal niet even ijl als nu, maar veel dichter. De hele heelalinhoud vormde toen als het ware één ster. Bij het uitzetten ging de samenhang binnen die ster verloren: het gas klonterde samen in melkwegstelsels, de straling van binnen de ster is er ook nog steeds, aan alle kanten rondom ons, alleen wel flink afgekoeld. Deze achtergrondstraling was al in 1941 voorspeld: de theoretikus Gamow had alleen de temperatuur niet helemaal goed. Hij dacht zes graden boven het absolute nulpunt, het bleek drie!

De oer-ster, die het hele heelal omvatte had geen binnen- of buitenkant; ieder punt erin was gelijkwaardig. De straling van de oer-ster moet even sterk uit alle richtingen komen, ook nu nog. De laatste jaren is onderzocht of dat ook werkelijk zo was. Er bleek één kleine afwijking: een ietsje warmere plek, en een ietsje koelere plek er recht tegenover aan de hemel.

Dit kan eenvoudig worden toegeschreven aan een beweging van ons melkwegstelsel ten opzichte van de stralingsoverblijfselen van de oer-ster. We bewegen in de richting van de schijnbaar wat warmere plek. Onze krent schuift een beetje door het rijzende brood. De snelheid waarom het gaat is 600 kilometer per sekonde. Ook de melkwegstelsels in de miljoen lichtjaren rondom ons hebben die beweging. Melkwegstelsels verder weg bewegen met 800 kilometer per sekonde in een iets an-



Quasar PKS 2000-330, tussen de streepjes, is het verst verwijderde hemelobjekt dat we momenteel kennen. Het staat op 12 miljard lichtjaar van ons vandaan. Wat quasars precies zijn, is nog steeds niet duidelijk. Wel kunnen ze informatie geven over de toestand in de jonge jaren van het heelal. Dat is belangrijk voor de kosmologie en voor een kontrole op de algemene relativiteitstheorie. Foto JPL

dere richting. Deze verschillen vertellen wat over de verstoringen die ontstonden in de gasresten van de oer-ster. We zien hoe groot die verstoringen waren (miljoen lichtjaar) en welke snelheidsverschillen optraden (paar honderd kilometer per uur). Die gegevens zijn belangrijk voor de mensen die onderzoeken hoe melkwegstelsels kunnen ontstaan.

Beweging van het heelal

Dat hoe dan ook een snelheid ten opzichte van de oer-ster vastgesteld kan worden, is een punt om even bij stil te staan. De speciale relativiteitstheorie ging ervan uit dat beweging alleen vast te stellen was ten opzicht van iets anders. Een vast gegeven "ruimte in rust" bestaat niet: het licht beweegt immers voor iedereen even snel. Veranderingen in de natuurwetten zijn er niet voor iemand die met vaste snelheid langs een rechte lijn beweegt.

Legt de stralingsachtergrond uit de oer-ster nu een soort voorkeursruimte in rust vast? In zekere zin wel, alleen trekken de natuurwetten zich niets aan van beweging ten opzichte van die ruimte. Waar de natuurwetten zich wel wat van aantrekken, is draaiïng. Iedereen die wel eens heeft geprobeerd te lopen in een snel draaiïende draaimolen, weet hiervan. Kennelijk "weet" de draaimolen dat hij draait ten opzichte van de gewone ruimte, afgepaald door al die verre melkwegstelsels. Wat die kennis overdraagt, is niet bekend. Dat er kennis wordt overgedragen, heet "het beginsel van Mach", naar de natuurkundige die op het eind van de vorige eeuw dit probleem aan de orde stelde.

Dat de ruimte, afgepaald door de melkwegstelsels, niet draait ten opzichte van de achtergrondstraling, is inmiddels vastgesteld. Als er een dergelijke draaiïng was, dan zouden in de achtergrondstraling twee polen en een evenaar aan te wijzen zijn. Bij de polen was er weinig onderlinge snelheid, bij de evenaar veel. De speciale relativiteitstheorie vertelt dat de klok van de achtergrondstraling dan aan de evenaar voor ons langzamer zou lijken te lopen dan aan die polen. Langzamer lopen van de klok van de straling zou betekenen een iets lagere temperatuur. De evenaar van een draaiïende achtergrond zou zich vertonen als een koelere band langs de hemel. Voor een dergelijke band nu heeft men geen enkele aanwijzing gevonden.

Aanvullingen op de relativiteitstheorie

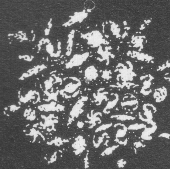
Het heelal draait dus niet. Van de algemene relativiteitstheorie had dat best gemogen. Helemaal volledig is de algemene relativiteitstheorie zodoende niet. Het beginsel van Mach is nog nodig als losstaand uitgangspunt.

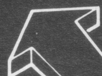
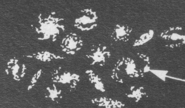
Een andere toevoeging aan de algemene relativiteitstheorie, die al door Einstein werd aangebracht, is de zogenaamde kosmologische konstante. Einstein wist in 1917 nog niet dat het heelal uitzette; dat werd pas in 1926 ontdekt. Hij ging dus uit van de eenvoudigste veronderstelling: het heelal verandert niet. Om dat met de algemene relativiteitstheorie voor elkaar te krijgen, moest hij in de theorie de zogenaamde kosmologische konstante invoeren. Deze zorgt voor een soort extra zuiging, die voorkomt dat het heelal uit elkaar vliegt.

Toen later bleek dat het heelal in werkelijkheid wel uit elkaar vliegt, kon de kosmologische konstante weer op stal. Einstein had er spijt van ooit met een kosmologische konstante te zijn begonnen. Tegenwoordig menen de onderzoekers echter dat er toch een rol voor een dergelijke zuiging is weggelegd. De zuiging komt neer op een extra weerstand tegen uitzetting, oftewel: het kost energie om het heelal groter te maken, óók al was er geen zwaartekracht. De ruimte die er nieuw bijkomt, moet namelijk gevuld worden met wat golven en deeltjes. Dat vullen kost wat energie. Dat de ruimte niet helemaal leeg mag blijven, is het gevolg van het onzekerheidsbeginsel uit de kwantummechanika.

Dit vak, opgekomen in de dertiger jaren, stelt dat de ruimte nooit met zekerheid helemaal leeg is. Om die onzekerheid ruimte te bieden, is energie nodig. Die energiebehoefte is in de vijftiger jaren ook proefondervindelijk aangetoond met het zogenaamde Casimir-effekt. Het bleek daarbij energie te kosten om de ruimte tussen twee metalen platen te vergroten.

Voor het heelal zijn deze zaken alleen van echt belang geweest bij het eerste begin. Daar komen dingen aan de orde als: waarom is het heelal gevuld als het is? Volgens het onzekerheidsbeginsel kan een werkelijk leeg heelal nooit bestaan. Het is ook de eerste sekonde van het heelal, die de meest interessante



Een schematisch beeld van ons hoekje van het heelal. Wij zitten in een melkwegstelsel ,dat met vijftien andere gezamenlijk door de ruimte beweegt. De richting en de snelheid van die beweging hebben astronomen kunnen afleiden uit metingen aan de zogeheten achtergrondstraling. Tekening NASA

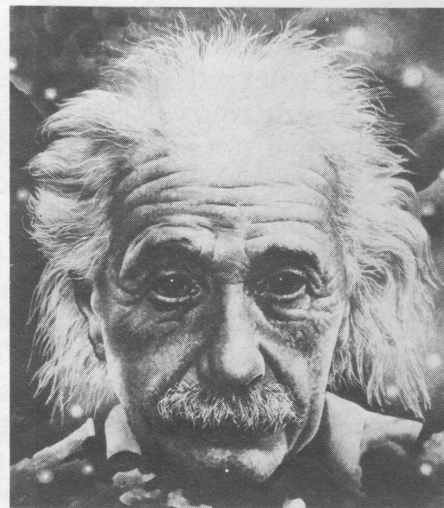
aanvullingen op de relativiteitstheorie zal opleveren. Daar liggen namelijk de verbindingen met de theorie van de elementaire deeltjes. De omstandigheden waarbij het heelal nog even klein was als een elementair deeltje, waren volstrekt anders dan wat wij tegenwoordig in het heelal bestuderen. Geen wonder dus wanneer de relativiteitstheorie voor die eerste sekonde wat aangepast moet worden.

Kritiek op de theorie

Veel kritiek op de relativiteitstheorie gaat echter niet uit van zulke vreemde gevallen. De speciale relativiteitstheorie wordt aangevochten met redeneringen over de lichtsnelheidsbepaling van Ole Römer, die we in het eerste deel (Aarde & Kosmos 4/1983) bespraken. Die bepaling ligt helemaal niet op het terrein van de speciale relativiteitstheorie: de onderlinge snelheden zijn veel te klein. Dat de zwaartekracht van de Zon licht afbuigt, zoals besproken in het tweede deel van deze serie (Aarde & Kosmos 5/1983), wordt bestreden met een verwijzing naar de mogelijkheid dat ook gewone lichtbreking een lichtstraal kan afbuigen. Zoiets hebben de onderzoekers zelf zo goed mogelijk in rekening gebracht. De relativiteitstheorie gaat over dingen die we in het dagelijks leven niet tegenkomen. Het redeneren over zulke zaken moet zorgvuldig gebeuren; we kunnen niet afgaan op wat we gewend zijn. Daarom was het noodzakelijk in het eerste deel uitgebreid de manier te bespreken om de lengte van een bewegende staaf te meten. Het is onmogelijk deze redeneringen onder de knie te krijgen zonder fouten te maken. Maar het is onjuist om dan maar meteen te zeggen dat Einstein de fouten heeft gemaakt.

Sommige alternatieve theorieën leveren dezelfde resultaten als de relativiteitstheorie zelf: het gebruik van een ingewikkelde ether bijvoorbeeld is enkel een kwestie van smaak, zoals besproken in deel één. Voor werkelijk verschillende theorieën (die ook nog eens logisch goed in elkaar moeten steken) laten de feiten maar heel weinig ruimte.

In de algemene relativiteitstheorie wordt uitgerekend hoe de ruimte vertekend is door de zwaartekracht. Zoals Einstein tijdelijk een extra kosmologische konstante gebruikte, zo is het bij het uitrekenen van die vertekening ook mogelijk andere extra dingen in te voeren. De uitkomsten van de kontroleproeven zijn echter zo, dat een dergelijke uitgebreide theorie toch binnen een paar procent op hetzelfde moet uitkomen als de oorspronkelijke relativiteitstheorie.



De meeste natuurkundigen blijven zo de oorspronkelijke theorie de beste vinden: die voldoet en is nog altijd het eenvoudigst.

Meteoren verraden wind

Iedereen die wel eens een heel heldere meteoor heeft gezien, weet dat er korte tijd een nalichtend spoor aan de hemel achterblijft dat wordt vervormd, soms heel grillig. Dat komt door de wind op die hoogte. Meteoroïden („ruimtebrokje") verdampen tussen 60 en 120 kilometer boven het aardoppervlak en laten daarbij een helder oplichtend spoor na, dat meteoor wordt genoemd. In dat gebied bezit onze dampkring een interessante eigenschap, namelijk zijn laagste temperatuur. Eronder is de dampkring warmer en erboven ook. Het gebied onder dat temperatuurminimum, dat de mesosfeer heet, is niet erg goed onderzocht. Het is te hoog voor ballonnen en te laag voor kunstmanen. Twee onderzoeksteams in Groot-Brittanië



Een nalichtend meteoorspoor dat aan het verwaaien is. Met radar kan men de windsnelheid op die hoogte goed bepalen. Foto archief Werkgroep Meteoren

maken gebruik van meteoren om wat meer inzicht te krijgen in het gedrag van de mesosfeer.

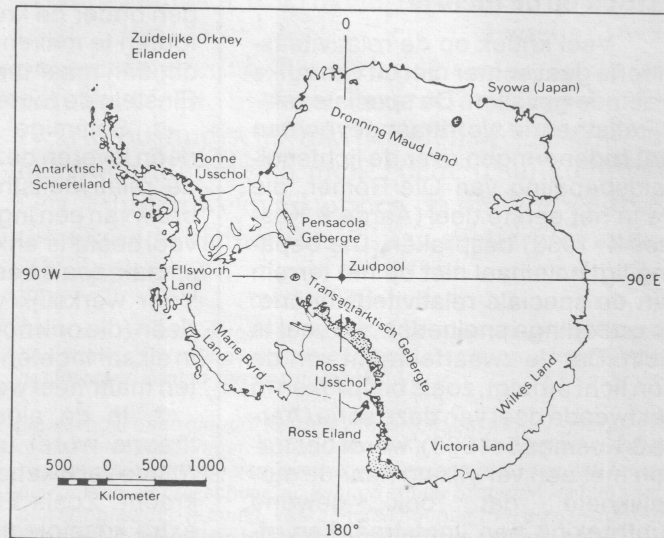
Langs de weg van een verdampende meteoroïde ontstaat stof en korte tijd een spoor van ionen. Gedurende die korte periode bestaat daardoor een tunnel van elektrisch geleidend gas. Die tunnel weerkaatst radiogolven. Met radar kan men er echo's van krijgen. Er zijn twee radarposten nodig om informatie over snelheid en richting van het verwaaiende spoor te krijgen. Eén post staat in Sheffield, de andere in Aberdeen. Omdat ook nog aan enkele andere voorwaarden voldaan moet worden, kan men met de twee radars niet de hele hemel bestrijken, maar slechts twee bepaalde gebieden. De radarstations zenden voortdurend snel twee pulsen uit. Echte echo's zijn dan ook dubbel en zo kan men valse echo's van echte waarnemingen onderscheiden. Na een proefperiode is men afgelopen zomer begonnen aan een twee jaar durend experiment. Intussen is al gebleken dat op de bestreken hoogten golven in de dampkring voorkomen die perioden hebben van 12, 24 en 51 uur. Er zijn ook onregelmatige schommelingen. Na elke periode verandert de windrichting. De perioden van 12 en 24 uur hangen samen met de verwarming van de lager gelegen stratosfeer door de Zon (een soort uitzetten en inkrimpen). Waar de periode van 51 uur vandaan komt, weet men niet. Opmerkelijk is wel dat de periode tijdens een paar weken in juli en augustus het sterktst is. Misschien zorgen de grote aantallen Perseïden er wel voor dat die periode dan zo goed herkenbaar is.

Raadselachtige fossielvondst op Zuidpool

Op de toppen van de Transantarktische Bergen zijn fossielen en mikro-organismen uit zee aangetroffen. Nu is dat op zich niet zo'n geweldig nieuws, ware het niet dat sommige van die fossielen niet meer dan twee à drie miljoen jaar oud zijn. En dat is voor de onderzoekers een groot raadsel. Het betekent waarschijnlijk dat de heersende ideeën over de ijskap van de Zuidpool erg gebrekkig zijn.

De toppen van de Transantarktische Bergen liggen zo'n 2200 tot 2800 meter boven zeeniveau. Ze steken net boven de ijskap uit. De bergen vormen de scheiding tussen West- en Oost-Antarktika en ze zijn in de laatste 65 miljoen jaar behoorlijk omhoog gekomen. In morenemateriaal dat men op de toppen aantrof, bleken uitstekend bewaarde fossiele diatomeeën, radolariën, silicoflagellaten, foraminiferen en mikroskopisch kleine planktonorganismen te zitten. De ouderdom van de fossielen is maximaal 70 miljoen jaar. De oudste fossie-

De Transantarktische Bergen vormen de grens tussen West- en Oost-Antarktika. Op hun toppen zijn fossielen aangetroffen die de onderzoekers voor raadsels stellen.





Een Amerikaanse poolonderzoeker met een sneeuwscooter aan de voet van de Transantarktische Bergen. We kijken uit over de Ross-ijsschol. De twee heuvels zijn de toppen van eilandjes die boven het ijs uitsteken. Foto NASA

len kunnen in het gesteente van het gebergte zelf ontstaan zijn, toen de bergen nog geen bergen waren, maar zeebodem. Het lijkt de geologen onwaarschijnlijk dat de jongste fossielen ook nog op de oorspronkelijke zeebodem ontstaan zijn. De Transantarktische Bergen zouden dan in razend snel tempo opgestuwd moeten zijn naar hun huidige hoogte. Het is waarschijnlijker dat die fossielen door het landijs van Oost-Antarktika zijn aangevoerd. De mikro-organismen zijn op de zeebodem afgezet en later door uitbreidend ijs opgenomen en op de bergen neergelegd. Die organismen moeten in een zeegebied niet ver van de bergen zijn afgezet, want erg veel groter dan nu kan de Zuidpoolkap niet geweest zijn. Dat betekent dat de ijskap bij tijd en wijle aanzienlijk kleiner geweest moet zijn dan tegenwoordig. En wat gebeurde er dan met de ijskap van West-Antarktika? Die is veel minder stabiel dan de oostelijke kap, omdat West-Antarktika een soort eilandenrijk is met een ijskap er overheen, die aan de zeebodem is vastgevroren. Oost-Antarktika is één groot vasteland. Was de westelijke ijskap helemaal gesmolten in die perioden? Dat zou wereldwijd de zeespiegel met vele meters moeten hebben verhoogd.

Voor een beter begrip van wat zich in het nabije geologische verleden heeft afgespeeld, is het van groot belang uit te vinden hoe de oostelijke kap zich heeft gedragen. Was die toch veel minder dan stabiel dan men altijd heeft gedacht? Op dit moment zetten weer vele onderzoekers uit de hele wereld voet op Antarktika. De komende maanden zullen in allerlei projekten weer gegevens over de ijskap verzameld worden. De fossielvondst op de Transantarktische Bergen kan heel best leiden tot een herziening (en verbetering) van de kennis over de Zuidpoolkap en diens invloed op het klimaat van de Aarde.

Vitamine C aan de boom

De Australische onderzoekster Jennie Brand heeft een soort wilde pruim ontdekt die mogelijk de meeste vitamine C bevat van alle vruchten die in de wereld bekend zijn. Er zit vijftig keer meer vitamine C in dan in sinaasappels. Jennie Brand bestudeert voedsel dat door de Aboriginals, de oorspronkelijke bewoners van Australië, van oudsher wordt gegeten. De pruim, die officieel Terminalia ferdinandiana heet, hoort tot de familie van de Combretaceae. Dat zijn tropische bomen, heesters en lianen. Er zijn alleen al 150 Terminalia-soorten! De "pruim" is ongeveer zo groot als een kleine groene olijf en hij heeft de vorm van een kleine mango of citroen. De smaak is zout en iets wrang. Erg lekker is hij dus niet. Toch zou hij door zijn hoge gehalte aan vitamine C best wel kommercieel interessant kunnen zijn. Misschien kan de biotechnologie iets aan de smaak veranderen.

Ramp in oerverleden van de Aarde

In de geologische geschiedenis van de Aarde blijkt het leven af en toe flinke klappen gehad te hebben. Een intussen zeer bekend geval is het plotselinge uitsterven van heel wat soorten reuzenreptielen en andere levensvormen, zo'n 65 miljoen jaar geleden. Ook verder in het verleden komt men dergelijk massaal uitsterven tegen. Onderzoekers uit de Verenigde Staten en Zweden hebben ontdekt dat rond 650 miljoen jaar geleden algen het zwaar te verduren hebben gehad. Erg veel meer levensvormen waren er toen , blijkens fossielvondsten, niet. De onderzoekers hebben gesteenten uit Finland, Skandinavië, Spitsbergen en Oost-Groenland onderzocht. Steeds weer liep op hetzelfde niveau in die gesteenten het aantal gefossiliseerde algensoorten met zo'n 70 procent terug. Het verdwijnen zou kunnen samenhangen met een ijstijd in die periode. Overigens zouden er ook andere oorzaken geweest kunnen zijn. Er komen immers meer "rampen" in de geschiedenis van de Aarde voor, en die lijken weinig met ijstijden van doen te hebben.

Siso kode 552.5/562/576

Dr. W. van Tend

REUZEMETEORIET zorgt voor zondvloed

Een planetoïde die op Aarde inslaat, zorgt voor een reeks van rampen: een hittestoot, een zondvloed, langdurige duisternis door stof en wolken, een lange hittegolf of een grote hoeveelheid ultraviolette straling. Zou het leven daar tegen kunnen?

Vijfenzestig miljoen jaar geleden verdwenen plotseling reuzenreptielen van de Aarde. De zwemmende, vliegende en lopende dinosaurussoorten waren niet de enige levensvormen die uitstierven. Ook vele soorten drijvend zeeplankton, zowel dierlijk als plantaardig, zwemmende weekdieren, mosselen en koralen zijn in latere tijden niet meer te vinden.

Dit uitsterven maakte een eind aan het Krijt-tijdvak. Het geologisch tijdperk dat hierna komt, heet het Tertiair. Het overgangslaagje tussen Krijtgesteenten en Tertiaire gesteenten heeft merkwaardige eigenschappen, die wijzen op een buitenaardse oorzaak voor het plotseling verdwijnen van maar liefst zestig tot zeventig procent van alle dier- en plantesoorten uit het Krijt.

In de één tot vijf centimeter dikke laag tussen Krijt en Tertiair zit vijf tot duizend maal zoveel van de elementen iridium, osmium, goud, platina, rhenium, ruthenium, palladium, nikkel en kobalt als gewoonlijk. Het lijkt erop dat het aardse gesteente vermengd is met één tot eenentwintig procent buitenaards materiaal afkomstig van een meteorietinslag. De inslag zou indirekt de doodsoorzaak zijn geweest van onder andere de reuzenreptielen.

Meer inslagen?

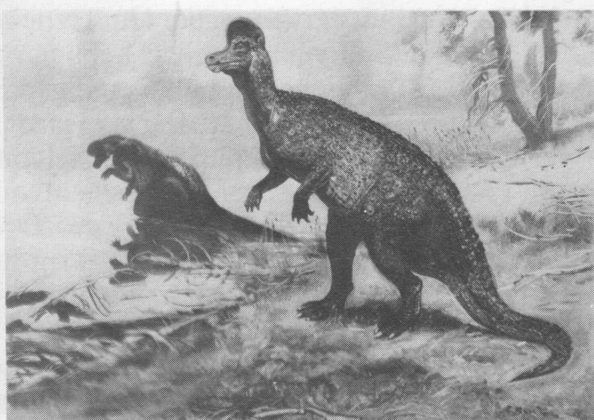
In januari 1981 wijdde Aarde en Kosmos al eens een uitvoerig artikel aan dit onderwerp. Inmiddels is de bijzondere gesteentelaag op nog meer plaatsen aangetroffen. We kennen deze afzetting nu uit Italië, Frankrijk, Spanje, Duitsland, Denemarken en de Sovjet-Unie; uit Tunesië, Nieuw Zeeland en de Amerikaanse staten Texas, Nieuw Mexico en Montana; uit boringen in de zeebodem zowel in het noorden van de Stille Oceaan als in het zuiden van de Atlantische Oceaan.

Verder blijkt de overgangslaag tussen Krijt en Tertiair niet de enige die met buitenaards materiaal verrijkt is. Zo is tussen de meer recente geologische tijdperken Eoceen en Oligoceen in Noord-Amerika een dergelijke afzetting gevonden. Ook na het Eoceen, 34 miljoen jaar geleden, stierf een aantal soorten planten en dieren uit, zowel op het land als in zee.

Een derde laag, rijk aan platina en ruim twee miljoen jaar oud, is gevonden in de zeebodem bij Antarktika. Die laag lijkt echter maar heel plaatselijk.

De onderzoekers veronderstellen dat het buitenaards materiaal steeds in één grote meteoriet op Aarde is ingeslagen. Met name de Amerikanen John O'Keefe en Thomas Ahrens hebben zich met de gevolgen van zo'n inslag beziggehouden (zie het kaderstuk).

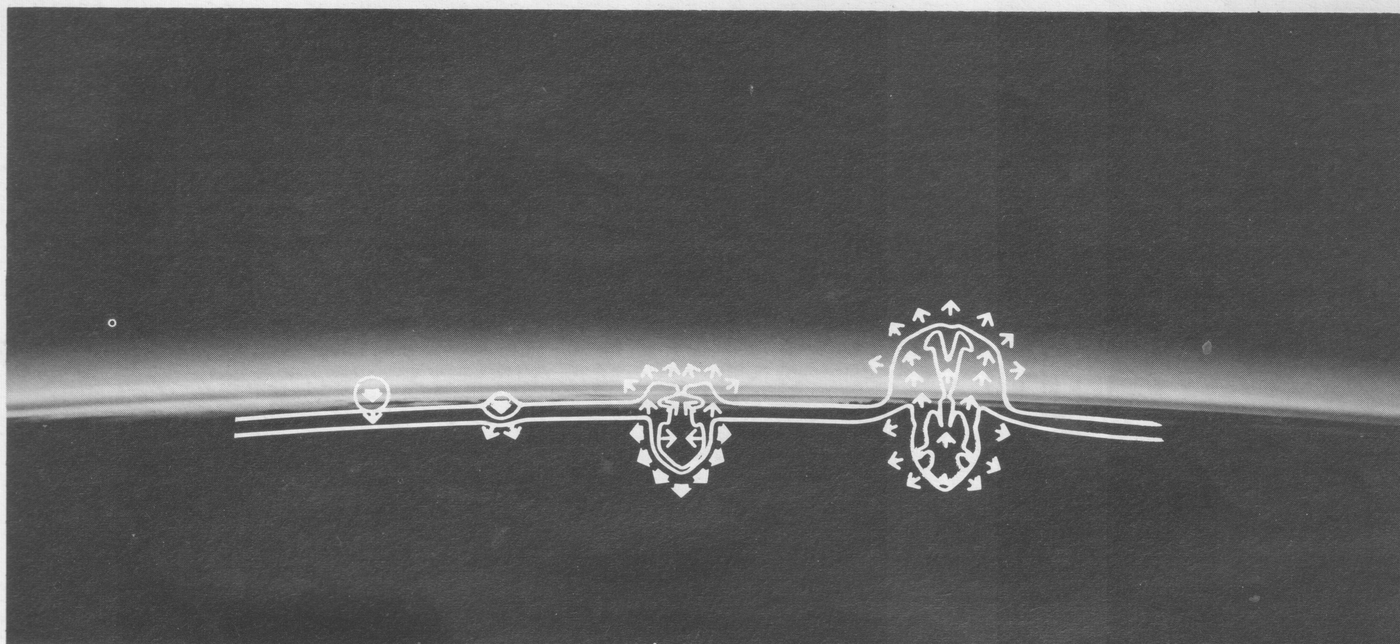
Bij de inslag vlogen zowel aards gesteente als meteorietresten de lucht in. Het fijne stof verspreidde



Veel reuzenreptielen woonden in de laaggelegen moerassige gebieden langs de kust van de wereldzeeën. Al deze gebieden zullen bij een inslag in zee door een geweldige vloedgolf overspoeld zijn. Daardoor hebben kennelijk heel wat wezens, zoals de Corythosauriërs, het loodje gelegd. Illustratie Z. Burian.



Veel leven in zee stierf uit op de overgang van Krijt naar Tertiair. Dat zou een rechtstreeks gevolg van een grote inslag in zee geweest kunnen zijn. Een ernstige verstoring van de voedselketen in zee kan ook indirekt tot slachtoffers hebben geleid. Tot die slachtoffers behoorden de Tylosauriërs en de vliegende Pteranodons. Illustratie Z. Burian.



Een steenmeteoriet met een doorsnede van tien kilometer slaat met een snelheid van 30 kilometer per sekonde in een oceaan van vijf kilometer diep. Het resultaat is een diepe krater, een zuil van vast en vloeibaar gesteente, water en damp, en een reusachtige stoombel. Tussen het eerste en het laatste plaatje verloopt 4,6 sekonde. De plaatjes zijn op schaal weergegeven tegen het silhouet van de Aarde zoals dat voor Space Shuttle astronauten te zien is. Naar Ahrens en O'Keefe, 1981.

zich zwevend boven tien kilometer hoogte over een groot deel van de Aarde. Het zonlicht werd onderschept, het aardoppervlak koelde af. Planten kregen te weinig licht, de hele voedselketen raakte ontwricht. Het duurde een maand tot een jaar voordat het stof weer naar beneden gedwarreld was. Veel levensvormen konden de verduisteringsperiode niet overbruggen. Daarmee is een eerste uitstervensoorzaak genoemd; verderop zullen nog vele andere mogelijkheden ter sprake komen.

Krater zoek

Een probleem is dat de inslagkrater niet gevonden is, noch voor de overgang Krijt-Tertiair, noch voor de overgang Eoceen-Oligoceen. Voor het eerste geval zou de krater 100 tot 1000 kilometer groot moeten zijn en 65 miljoen jaar oud, voor het tweede geval 10 tot 100 kilometer groot en 34 miljoen jaar oud. Op het land kan de krater door allerlei geologische veranderingen onzichtbaar zijn geworden. Op de zeebodem kan de krater door het langzaam opschuiven van de oceaankorst inmiddels onder een werelddeel verdwenen zijn. De helft van de zeebodem is sinds het Krijt onder de kontinenten geschoven. Is de krater niet ondergeschoven, dan kan hij heel goed overdekt zijn geraakt met latere afzettingen.

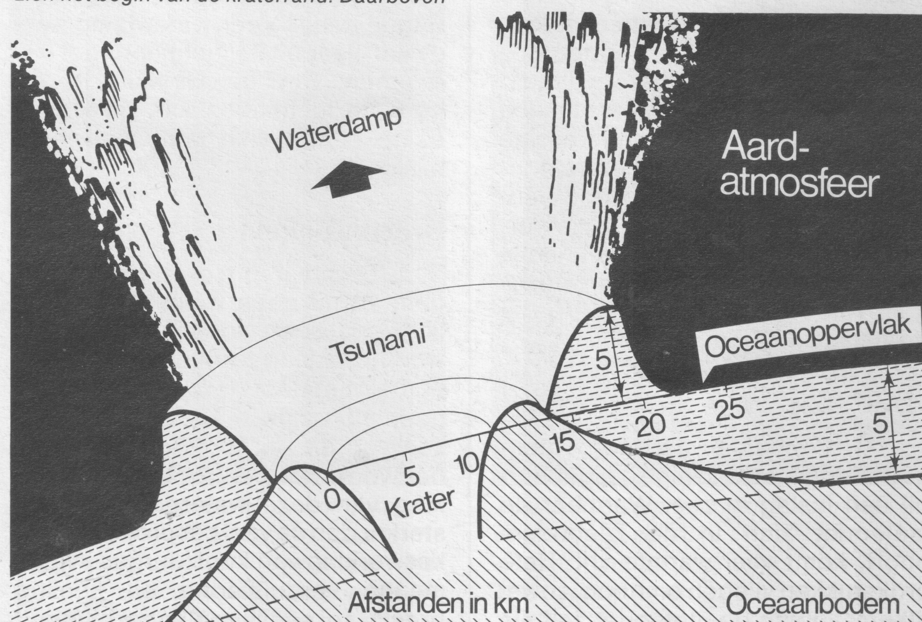
Op de Maan blijven wel alle littekens zichtbaar. Vergelijking met de Maan geeft aan dat de Aarde gemiddeld iedere 100 miljoen jaar getroffen zal worden door een meteoriet van 10 kilometer middellijn. Een dergelijke meteoriet bij de overgang Krijt-Tertiair, 65 miljoen jaar geleden, is dus bepaald geen onmogelijkheid.

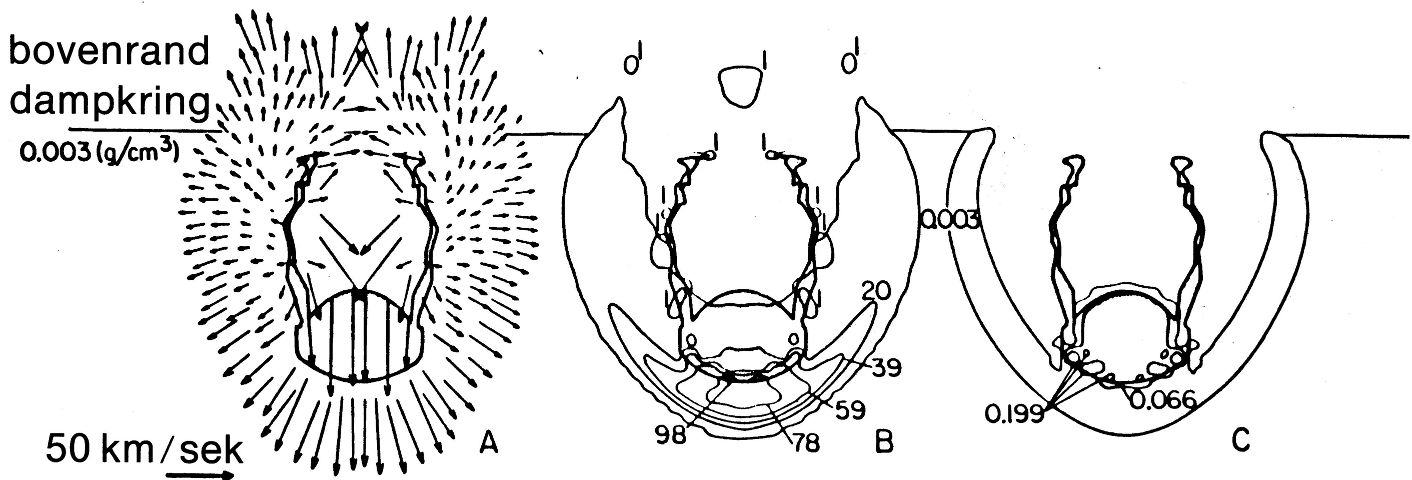
Zondvloed

De luchtlaag van zeven kilometer dikte, het meest dichte onderste gedeelte van onze dampkring, remt een brok steen van tien kilometer nauwelijks af. Wel wordt de lucht warm door de wrijving. De warme lucht gaat opstijgen door het kanaal dat de meteoriet in de dampkring geboord heeft. De stroming sleept veel stof van de inslag mee naar de hoge luchtlagen, waar het zich goed kan verspreiden.

Als de meteoriet in zee terechtkomt, dan geeft vijf kilometer water hem nauwelijks meer remming dan zeven kilometer lucht. Het water zelf ondervindt echter wel weer veel invloed. De klap van de inslag heeft ongeveer dezelfde uitwerking als een onderzeese aardbeving. Daarbij ontstaan grote vloedgolven. Zulke vloedgolven komen nu vooral veel voor bij Japan, waar ze worden aangeduid als tsunami's. Sterke vloedgolven maken materiaal los van de randen van de kontinentale

Het projektiel in deze afbeelding zorgt 4,7 sekonde na het raken van het zee-oppervlak voor deze situatie. Links is een gat in de oceaanbodem geslagen; naar rechts vertoont zich het begin van de kraterrand. Daarboven zit een pluim van waterdamp. Rechts is een muur van water opgerezen die zich als een gigantische golf over de wereld zal gaan uitbreiden. Naar Ahrens en O'Keefe, 1981.





Wanneer een reuzenmeteoriet de dampkring binnensnelt, wordt de lucht sterk verhit. Daardoor ontstaat achter het objekt een soort luchtkanaal waarin stof van de inslag naar grote hoogten wordt gezogen. Het objekt in deze berekeningen komt de dampkring binnen met een snelheid van 72 kilometer per sekonde. Het heeft een lage dichtheid (van 0,1 gram per kubieke centimeter), waardoor het een komeetkop of een kompakte meteorietenzwerm kan zijn. Bij A is de beweging van het losse materiaal aangegeven, bij B de luchtdrukverdeling rond het objekt (in kilobar ofwel duizenden atmosfeer) en bij C de luchtdichtheid (in gram per kubieke centimeter; voor de atmosfeer geldt 0,003 gram per kubieke centimeter). Naar Ahrens en O'Keefe, 1981.

platten. Er ontstaan dan onderzeese lawines, die herkenbaar zijn in de afzettingen op de zeebodem.

Inslag in zee lijkt aannemelijk, omdat geen krater gevonden is. Aanwijzingen voor de dan wel verwachte onderzeese lawines ontbreken echter ook. Misschien waren er wel lawines, maar dan enkel vlakbij de onbekende inslagplek, niet over de hele Aarde. Dat betekent dan wel dat de inslag en de bijbehorende vloedgolf niet zo vreselijk sterk kunnen zijn geweest.

Een vloedgolf is vooral een krachtig verschijnsel aan het zeeoppervlak, niet zozeer aan de zeebodem. Een matig sterke tsunami kan wat verder van zijn ontstaanplek de zeebodem onverstoord laten, maar toch wel grote overstromingen geven in kustgebieden. Veel planten en dieren, levend op minder dan 400 meter boven de gewone zeespiegel, zullen zo de zoutwatervloedgolf bij de meteorietinslag niet overleefd hebben. De meeste reuzenreptielen leefden juist in lage, moerassige kustvlakten. De tsunami van de inslag kan heel goed hun dood hebben betekend. Misschien zullen ergens op Aarde nog wel eens geologische sporen van een vloedgolfoverstroming opduiken in de grenslaag Krijt-Tertiair.

Hittestoot

Het ontstaan van een vloedgolf is lang niet het enige dat gebeurt bij een inslag in zee. Wanneer de meteoriet zich in de zeebodem boort, komt veel warmte vrij. Hete brokstukken vliegen omhoog, zowel afkomstig van de meteoriet zelf als van de zeebodem. Sommige brokstukken zullen zelfs gesmolten of verdampt zijn. Wrijving van deze kleine fragmenten met het zeewater en overdracht van hun hitte zorgen ervoor dat grote hoeveelheden water verdampen. Deze hittestoot is plaatselijk een rechtstreekse aanslag op het zeeleven.

Na de hittestoot is het eerst het stof dat een belangrijke rol gaat spelen. Vergeleken bij een inslag op het land geeft inslag in zee in het geheel wat minder stof in de dampkring. De val van de meteoriet is namelijk toch iets gebroken door de waterlaag. Het stof zal binnen een maand weer verdwenen zijn. De kleinere hoeveelheid stof betekent nog niet minder koeling en verduistering. De waterdamp, afkomstig van de hittestoot, zal wolken vormen en ook die zorgen er dan voor dat de temperatuur daalt. Veel waterdamp verdwijnt weer uit de lucht door het uitregenen van de wolken. In de hoogste luchtlagen kan de waterdamp echter vele jaren aanwezig blijven.

Broeikas-effekt

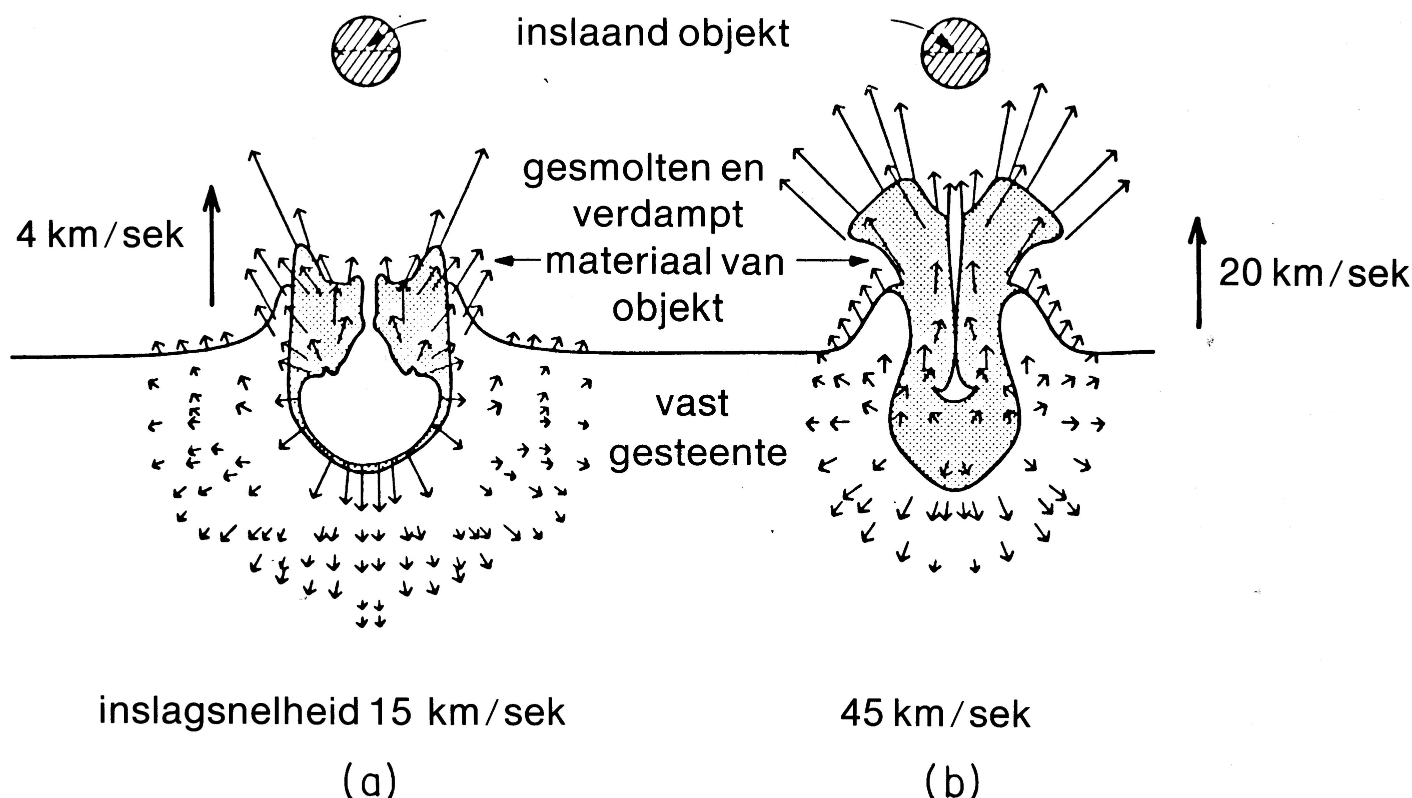
De verspreide waterdamp daar vormt geen wolken. Het zonlicht passeert ongehinderd. De warmtestraling van de Aarde kan echter niet door de laag waterdamp heen de ruimte in. De warmteverliezen van de Aarde verminderen en het wordt warmer. De broeikaswerking van deze waterdamp is veel sterker dan de veel besproken broeikaswerking van koolzuurgas. Na de maand verduistering en koeling breekt zo een jarenlange hittegolf aan, die ook weer heel schadelijk kan zijn geweest voor allerlei levensvormen.

Meer straling

Bij een inslag op land zal deze langdurige hitteramp hun bespaard zijn gebleven. In dit geval komt de korte hittestoot bij de inslag zelf in de lucht terecht. In lucht die sterk verhit is, kan zuurstof zich met stikstof verbinden tot stikstofoxide (NO). Wanneer dit gas zich in de dampkring verspreid heeft, kan het in de bovenlucht in aanraking komen met ozon. Ozon beschermt het leven op Aarde door in de hoge luchtlagen de ultraviolette straling van de Zon tegen te houden. De stikstofoxide kan de vorming en afbraak van ozon gemakkelijk in de war sturen. Het leven op Aarde zou dan een aantal jaren lang aan gevaarlijke hoeveelheden ultraviolette straling blootgestaan hebben.

Een kortstondige hittestoot, neervallende gloeiende brokstukken, bij zee-inslag een vloedgolf, dan verduistering en afkoeling door stof en/of wolken, tenslotte een langdurige hittegolf of ultraviolette straling: vele oorzaken die destijds samen verantwoordelijk kunnen zijn geweest voor het uitsterven van de dinosaurussen en andere levensvormen.

Eén oorzaak, die een paar jaar geleden naar voren werd gebracht, lijkt inmiddels afgedaan te hebben: de rechtstreekse vergiftiging van de zee door de cyaanverbindingen die in de meteoriet aanwezig zouden kunnen zijn geweest. Bij het doordringen van lucht en water en bij de



inslag blijkt zich namelijk zoveel warmte te ontwikkelen dat dergelijke scheikundige verbindingen uit elkaar vallen.

Geen definitief antwoord

De vraag, inslag in zee of op het land, blijft open. Bij inslag in zee zal het verspreide stof naar verhouding iets minder buitenaards materiaal bevatten. Dankzij het water spat de meteoriet namelijk minder hard uiteen. De verschillen in de stofsamenstelling zijn echter niet zo erg groot. Op grond van de gemeten samenstelling in de overgangslaag Krijt-Tertiair kan daarom geen keuze gemaakt worden tussen een inslag op het land of in zee.

Hoe groter de inslagsnelheid, hoe heftiger de effekten en hoe sneller de gebeurtenissen verlopen. Bij gelijke diameter van het objekt, verschilt het gat dat geslagen wordt, nauwelijks van afmeting. Naar O'Keefe en Ahrens, 1981.

O'Keefe en Ahrens hebben gedetailleerde berekeningen uitgevoerd naar het objekt dat 65 miljoen jaar geleden de Aarde getroffen moet hebben. Ze gaan uit van de koncentratie aan zeldzame „buitenaardse" elementen in het kleilaagje op de grens van Krijt en Tertiair. Dat laagje is zo wijd verbreid te vinden, dat aangenomen mag worden dat de elementen indertijd over de gehele wereld zijn verspreid. Die elementen moeten daarom in de stratosfeer terecht zijn gekomen (op meer dan 10 kilometer hoogte). Dat is de enige manier om de elementen, in stofdeeltjes, over de hele Aarde te laten uitzwermen.

Bij een inslag van een groot objekt op het land wordt in de regel tien tot dertig keer zoveel materiaal weggeslagen als het inslaande objekt zelf aan massa bezit. Bij een inslag in zee wordt tien tot honderd keer die massa aan stof en water weggeslagen. Die hoeveelheden schat men op grond van de snelheden die de meeste meteoren hebben. Die liggen tussen 15 en 75 kilometer per sekonde.

Uit de hoeveelheden aangetroffen elementen en het feit dat ze over de gehele Aarde verspreid moeten zijn geraakt, kan men een schatting maken van de hoeveelheid weggeslagen materiaal. Samen met de snelheid levert dat een idee omtrent de inslagenergie.

Tot nu toe heeft men rond het kleilaagje geen aanwijzingen gevonden dat het water aan de zeebodem door de inslag heftig in beweging is geweest. Dat stelt een bovengrens aan de inslagenergie. Die schat men nu op 10^{28} à 10^{29} erg. Dat levert dan tevens een schatting voor de massa van het objekt op: 10^{16} tot 10^{18} gram. Afhankelijk van de dichtheid levert die waarde een schatting van de doorsnede van het objekt op: tussen 5 en 16 kilometer.

Wanneer een dergelijk objekt in zee ploft, veroorzaakt dat een vloedgolf die minstens 300 tot 400 meter hoog geweest moet zijn. Deze „zondvloed"golf zal alle lage kustgebieden van de wereld overstroomd hebben en net in die gebieden leefden de reuzenreptielen. Toch zijn onderzoekers het er niet over eens hoe rampzalig zo'n vloedgolf werkelijk geweest zal zijn. Het uitsterven van de reuzenreptielen heeft daarom nog geen definitieve verklaring gekregen.

Siso kode 568.1 / 643.4

Cees Laban

GEOLOGEN ZIEN AARDOLIE IN DE MAAK

Dagelijks gebruiken we aardolie, maar hoe dit "zwarte goud" precies gevormd wordt, is nog steeds niet duidelijk. Er zijn plekken waar nu olie aan het ontstaan is.

Aardolie is een delfstof die al vele tientallen jaren in grote hoeveelheden uit de bodem wordt gehaald. Men zou kunnen verwachten dat zo ongeveer alles wat er over olie te weten valt, wel bekend is. Dit is echter allesbehalve waar. De samenstelling van de verschillende oliesoorten is door scheikundigen gemakkelijk vast te stellen. Hoe de aardolie echter in zulke enorme hoeveelheden in de bodem terecht is gekomen, is nog een vraag. Mogelijk heeft een onlangs door Nederlandse universiteiten in de Middellandse Zee uitgevoerd onderzoek weer een tipje van de sluier opgelicht.

Een van de voornaamste plaatsen waar aardolie is ontstaan, is vermoedelijk de bodem van de zee geweest. De meeste aardoliehoudende lagen bevinden zich namelijk in afzettingen die op de bodem van de zee zijn gevormd. Hoe de vorming precies in zijn werk is gegaan, staat niet vast, maar een theorie met een aantal aanknopingspunten is er wel.

Aardolie bevat een groot aantal verschillende koolwaterstofverbindingen, vaak meer dan tweehonderd. Hoewel in geringe hoeveelheden, komen er verbindingen in voor die nauw verwant zijn met die welke in levende organismen worden gevonden. Dit zijn ondermeer de porfyrines, verbindingen die overeenkomsten vertonen met het chlorofyl van planten (bladgroen). Voorts zijn er verbindingen die overeenkomen met hemine, een bestanddeel van hemoglobine, dat alleen bij dieren wordt gevonden. Ook zijn er overeenkomsten in de molekulaire bouw tussen stoffen uit de aardolie en bepaalde organische stoffen. Een voorbeeld daarvan zijn lipiden, een groep in water onoplosbare vetten, die eveneens veel bij in het water levende organismen worden aangetroffen.

Zuurstofloos

Bij de vorming van oliehoudende gesteenten in zee vindt vermoedelijk het volgende proces plaats. Zowel het plantaardig als het dierlijk plankton uit het zeewater zinkt na het doodgaan naar de bodem. Daarnaast voeren rivieren resten van dode planten en dieren en organische stoffen zoals stuifmeelkorrels en harsen aan.

Onderweg naar de bodem doen allerlei bakteriën hun best deze stoffen en resten verder af te breken. Normaal gesproken zal er dan ook weinig organisch materiaal de bodem bereiken. Er kunnen zich in de waterkolom omstandigheden voordoen waardoor beneden een bepaalde diepte geen toevoer van zuurstof van bovenaf plaatsvindt. Dergelijke omstandigheden treft men momenteel bijvoorbeeld aan in de Zwarte Zee. Hier bestaat een gelaagdheid van zoet op zout water. Tussen deze lagen vindt nauwelijks vermenging plaats, waardoor het water beneden 200 meter diepte vrijwel niet stroomt. In de onderlaag wordt geen of maar weinig verse zuurstof aangevoerd. Dit heeft tot gevolg dat zuurstofminnende bakteriën daar niet kunnen leven. Alleen bakteriën die de zuurstof aan de organische stof onttrekken, kunnen het daar volhouden.

De aanvoer van organische stof is echter groter dan de afbraak door de bakteriën, zodat op de bodem een laag sterk koolstofhoudend slib ontstaat. Het koolstofgehalte is plaatselijk zeer hoog, tot zelfs 35%. De minimale hoeveelheid die nodig is voor de vorming van olie in gesteenten, is 4% koolstof. Aan de vorming van de aardolie in deze gesteenten, de oliemoedergesteenten, dragen overigens vermoedelijk ook de overblijfselen van de dode bakteriën veel bij.



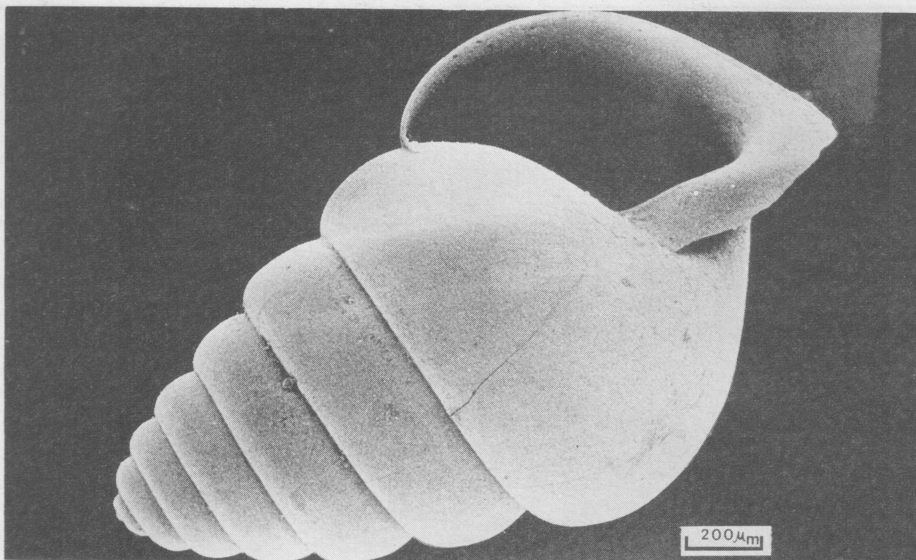
De expeditie in de Middellandse Zee werd uitgevoerd met het onderzoekingsvaartuig de Tyro. Aan boord bevindt zich een kompleet laboratorium voor allerlei eerste analyses van bodemmonsters. Foto F. Hoogervorst

de druk van het zeewater langs deze openingen omhoog. Het zout vermengt zich dan met het gewone zeewater. In komvormige bekkens die hier in de zeebodem voorkomen, blijft dit zoutere water, doordat het zwaarder is dan het gewone zeewater erboven, ''staan''. Op deze wijze ontstaat hier een soort stagnerende poel.

Moedergesteente

De zuurstof die in zo'n depressie aanwezig is, wordt bij de vertering van het plankton dat erin terecht komt, verbruikt. Er ontstaat een rottingsproces zoals in de Zwarte Zee het geval is. In het monster dat met de happer naar boven werd gehaald, zijn allerlei prachtig bewaard gebleven organismen gevonden. Naast skeletjes van planktonische organismen kwamen er ook boomblaadjes en slakjes uit te voorschijn. Het bekken heeft een doorsnede van ongeveer drie kilometer. Door de onderzoekers is het bekken Tyro genoemd naar het (overigens zeer schone) onderzoekingsvaartuig van de expeditie. Mogelijk is in dit bekken een fraai voorbeeld ontdekt van het ontstaan van een oliemoedergesteente, met omstandigheden die sterk afwijken van die in de Zwarte Zee.

Bron: Wim Vermeer: ''De aardolie heeft een moeder'', Shell Venster nr. 7/1978.
Hans van Maanen: ''Moeder Aarde vormt olie, onderzoekers kijken toe'', De Letter W 83/6.



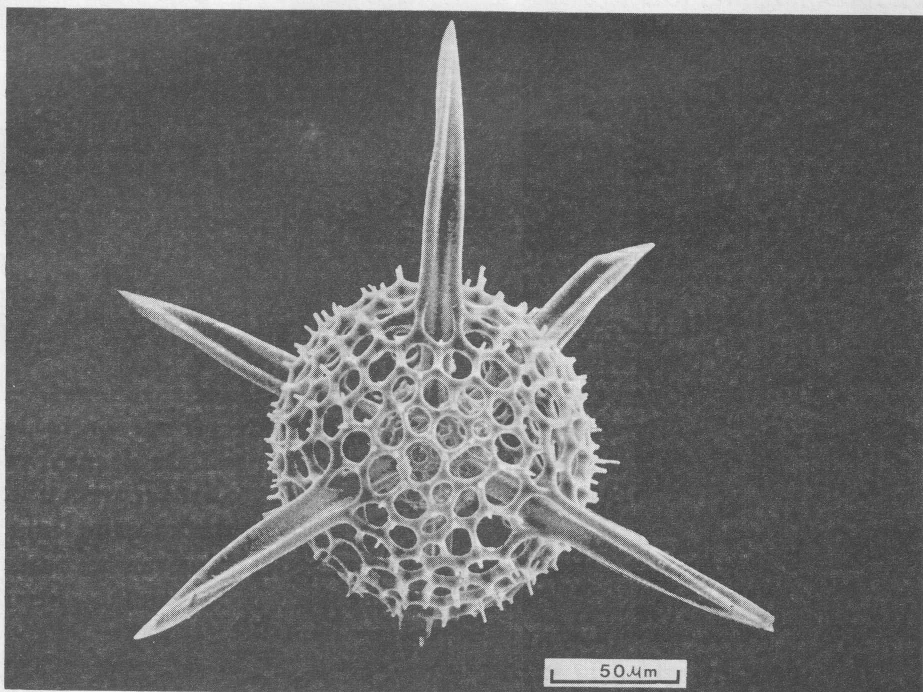
Dit schelpje van maar twee millimeter lang, dat naar de naam Limacina luistert, zat in het materiaal dat van de bodem van de Middellandse Zee werd gehaald. Het schelpje is enkele duizenden jaren oud en diende als huis voor een slakje. Foto dr. A.R. Fortuin

Rottende poel

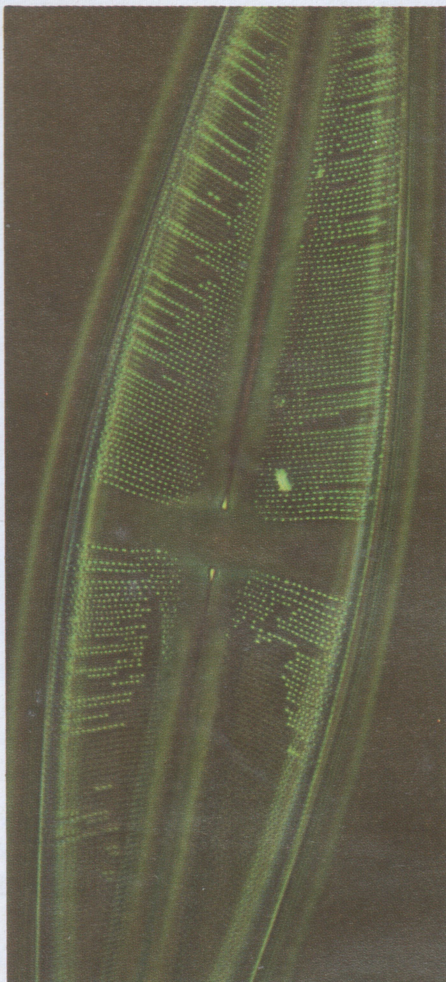
De lagen die nu op de bodem van de Zwarte Zee ontstaan, worden later bedekt door andere lagen, zoals zand, klei of kalk. Door de verhoogde druk die hierdoor ontstaat, gaat de temperatuur in het gesteente stijgen. Nog onbekende processen in het moedergesteente brengen nu olievorming op gang. De oorspronkelijke molekulen uit de organische stof worden tijdens dit proces vermoelijk afgebroken tot steeds kleinere. Dit proces gaat langzaam en trapsgewijs. Het proces in de Zwarte Zee is als het ware een schoolvoorbeeld. Dit soort omstandigheden komen in de huidige zeeën niet veel voor.

Begin dit jaar waren onderzoekers van de Vrije Universiteit in Amsterdam en de Rijksuniversiteit van Utrecht bodemmonsters aan het nemen in de Middellandse Zee ten zuiden van Kreta. Groot was de verbazing toen een monster van rottend organisch materiaal naar boven kwam. Het monster werd met een speciaal soort bodemhapper op een diepte van ongeveer 3000 meter genomen. Eenmaal aan dek van het onderzoekingsvaartuig Tyro verspreidde het monster de bekende lucht van rotte eieren. Bij nader onderzoek van het monster bleek, dat het sediment zeer veel zout bevatte. Volgens dr. D. Jongsma, onderzoeksleider van de expeditie, is dit zout naar alle waarschijnlijkheid afkomstig uit een zoutlaag die onder deze sedimentlaag ligt.

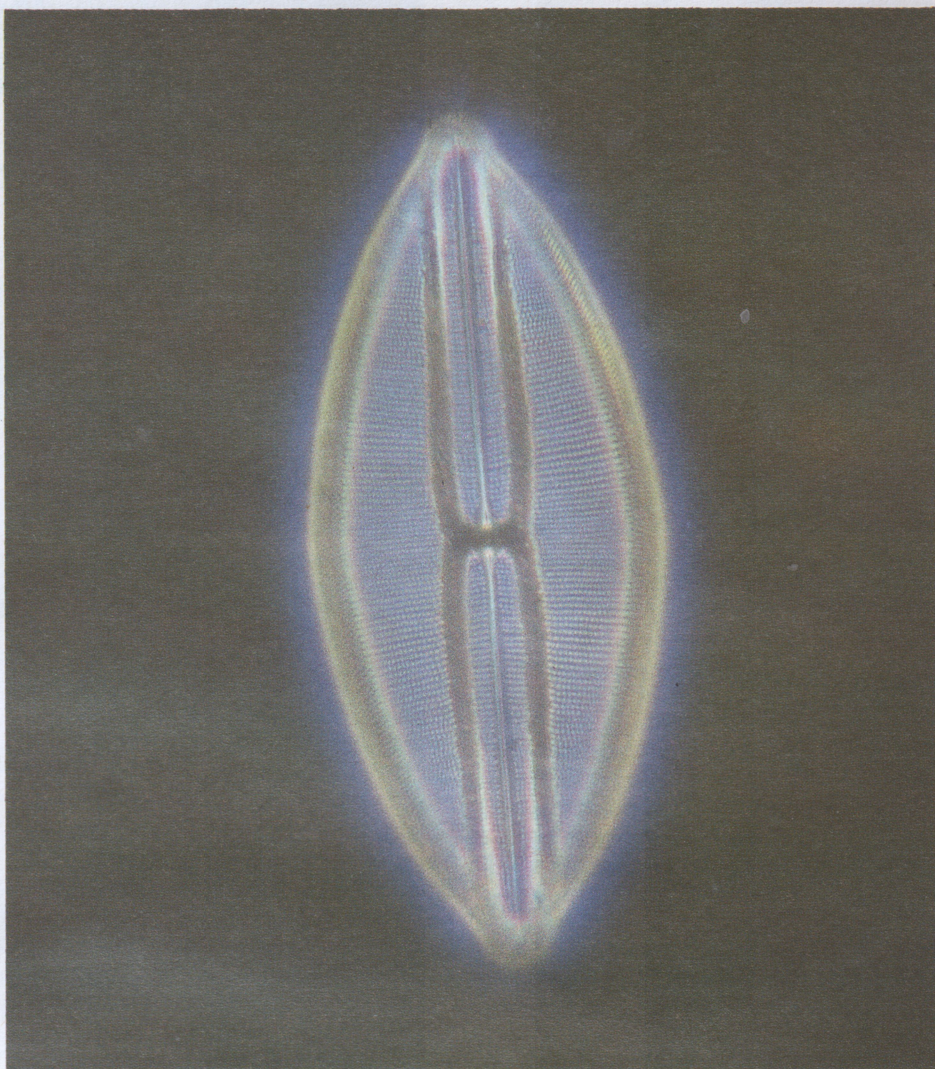
De zoutlaag ontstond hier ongeveer vijf miljoen jaar geleden, toen de Middellandse Zee werd afgesloten van de Atlantische Oceaan. Het water uit de Middellandse Zee verdampte en op de bodem vormde zich een dikke laag zout. Op sommige plaatsen bereikt deze laag een dikte van ongeveer tweeduizend meter. Door de vorming van de Straat van Gibraltar ontstond weer een verbinding met de Atlantische Oceaan waardoor de Middellandse Zee weer volstroomde. Op de zoutlaag is weer een laag sediment afgezet. Door het naar elkaar toedrijven van de Afrikaanse en Europese kontinenten (zie Aarde & Kosmos nr. 4/1981) zijn in de zeebodem ten zuiden van Kreta breuken en scheuren in de zeebodem ontstaan. Plaatselijk komt het zout onder invloed van



Het kiezelskeletje van een radolarie (kleiner dan een speldeknop!). De aanwezigheid van dergelijke skeletjes wijst erop dat op de bodem van de Middellandse Zee momenteel afzettingen worden gevormd die als kraamkamer dienen voor toekomstige olielagen. Foto dr. A.R. Fortuin



Een exemplaar van de diatomee Navicula radiosa. Duidelijk zijn de gaatjes in het kiezel pantser te zien. Foto Hans Schouten



Een exemplaar van de diatomee Navicula radiosa. Duidelijk zijn de gaatjes in het kiezelpantser te zien. Foto Hans Schouten

Drs. E.G. van Diggelen

Siso kode 578.6

Diatomeeën houden de aarde leefbaar

Diatomeeën zijn eencellige organismen die in reusachtige aantallen voorkomen.

Ze zijn de belangrijkste bron van zuurstof op de Aarde en staan aan het begin van de voedselketen.

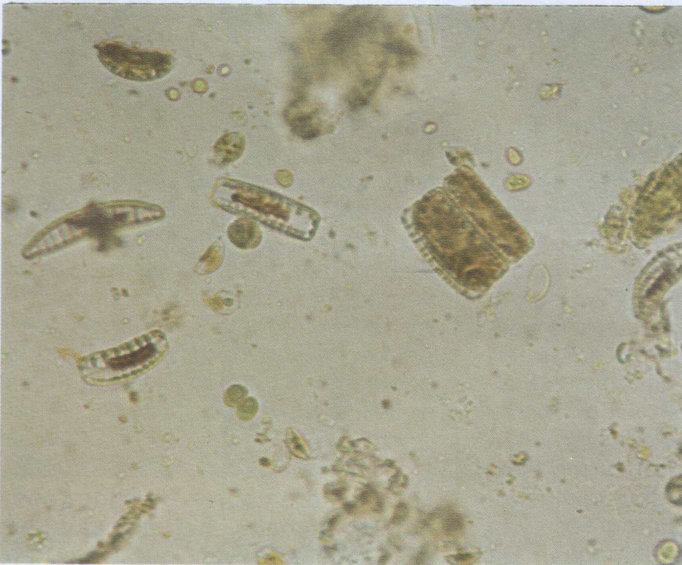
Geologen en archeologen gebruiken hun aanwezigheid voor onderzoek naar het milieu in het verre verleden.

Niet alleen in het open water, maar ook op vochtige plaatsen, tussen mos of op boomstammen, leven mikroskopisch kleine, ééncellige plantaardige organismen waarvan de celwand is opgebouwd uit een soort cellulose doortrokken met kiezelzuur. Dit zijn de diatomeeën of Bacillariophyceae, in het Nederlands wel kiezelalgen of kiezelwieren genoemd.

Diatomeeën behoren tot het plantenrijk en vormen vooral in zee een zeer belangrijke voedselbron voor allerlei dieren. Daarnaast zijn ze onmisbaar voor de zuurstofpro-



Een groeve in de omgeving van Lüneburg in West-Duitsland waar diatomeeënaarde wordt gewonnen. Foto E.G. van Diggelen



Elke druppel slootwater bevat diatomeeën. In het algemeen komen er meer diatomeeën en meer soorten voor naarmate het water, waarin ze leven, zouter en koeler is. Foto Hans Schouten



Heel kenmerkend voor diatomeeën-afzettingen is de afwisseling van donkere en lichte laagjes. Die hebben te maken met een seizoensgebonden explosieve groei van het aantal diatomeeën. Foto Ronald van Zweden

duktie in onze dampkring. Bijna 70% van de zuurstof in de aardse atmosfeer is afkomstig van de diatomeeën in de zeeën.

De opeenhoping van grote hoeveelheden kiezelskeletten van diatomeeën op de bodem van meren vormt de bekende diatomeeënaarde die op veel plaatsen in groeven wordt ontgonnen en voor industriële doeleinden benut. Diatomeeën kunnen bovendien in de geologie en in de archeologie waardevolle inlichtingen verschaffen omtrent het oorspronkelijk milieu waarin een sediment is afgezet en waarin een bepaalde prehistorische kultuur heeft geleefd.

De bouw van een diatomee

Diatomeeën bestaan eigenlijk uit een komplexe celwand die een grote holte, gevuld met veel celvocht, omgeeft (zie figuur 1). De celwand bestaat uit twee helften of "schalen", die als een doos en haar deksel op elkaar sluiten. De schalen kunnen ten opzichte van elkaar verschuiven. Ze zijn opgebouwd uit een soort cellulose, doortrokken met kiezelzuur. Hierdoor vormt de celwand een hard pantser, dat vaak sierlijk getekend is door groeven, ribben en andere oppervlaktestrukturen.

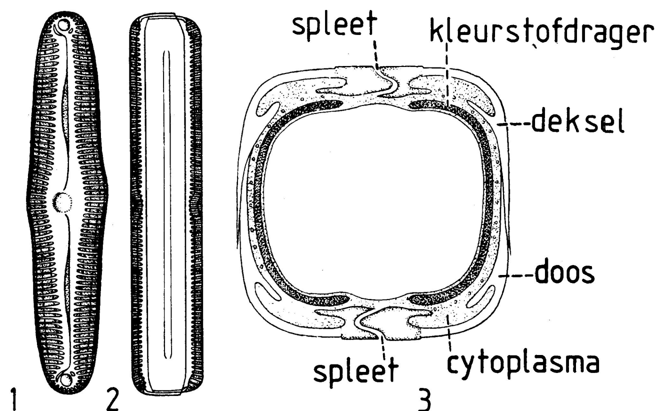
Vorm, grootte en kleur

Diatomeeën zijn meestal rond of langwerpig van vorm, maar ook ovale en drie- of meerhoekige vormen komen voor. Op grond van de vorm heeft men de diatomeeën in twee orden onderverdeeld, de Centricaten, waarvan de meeste soorten in zee leven en de Pennaten, die vooral voorkomen in het zoete water van rivieren, beekjes, poelen en plassen.

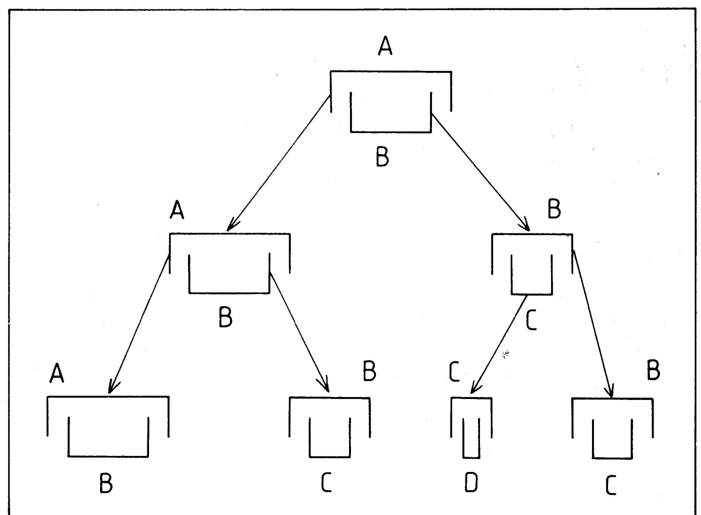
De Centricaten of Centrales kenmerken zich door een ronde vorm, terwijl de Pennaten of Pennales langwerpig zijn. Vele soorten van deze laatste orde voeren een schoksgewijze beweging uit in de richting van de lengte-as. Al deze bewegende vormen bezitten in één of in beide schaalhelften een overlangse spleet van vrij gekompliceerde bouw, die in verband gebracht wordt met de voorbeweging.

In de spleet zitten openingen waardoor het protoplasma van de cel naar buiten en weer naar binnen kan. Deze plantaardige mikro-organismen kunnen zich soms tot twee meter per etmaal op eigen kracht verplaatsen. In verhouding tot hun afmeting is dat erg veel.

De meeste diatomeeën zijn alleen onder een mikroskoop zichtbaar. De diameter van een ronde diatomee kan variëren van kleiner dan 0,01 millimeter tot 1 millimeter. Langwerpige diatomeeën meten soms meer dan 1 millimeter. Diatomeeën zijn bont gekleurd, waarbij gewoonlijk bruingeel overheerst. De kleur wordt veroorzaakt door pigmenten of kleurstoffen die als korrelige insluitsels in het cytoplasma van de cel, onder andere in de kleurstofdragers (de chromatoforen), voor-



Figuur 1. De bouw van een diatomee (Navicula viridis) op drie manieren gezien: 1) van boven; 2) opzij; 3) vergrote doorsnede. De grote holte in de cel is gevuld met celvocht. Tekening E.G. van Diggelen



Figuur 2. Schematisch overzicht van de celdeling bij diatomeeën; toelichting in de tekst. Tekening E.G. van Diggelen

komen. De kleurstofdragers zijn bij de meeste Centricaten korrelvormig en verspreid binnen de celwand. Bij de meeste Pennaten vormen ze twee grote meer of minder sterk gelobde platen langs de "schalen". De belangrijkste kleurstof die de diatomeeën produceren is het chlorofyl, dat de ééncelligen, als vertegenwoordigers van het plantenrijk, in staat stel koolzuur met behulp van het zonlicht te assimileren. Dat is het proces van fotosynthese dat bij alle groene planten voorkomt. Het chorofyl geeft de diatomeeën een groene kleur. Bij het assimilatieproces wordt zuurstof aan de atmosfeer afgestaan, terwijl koolstof wordt omgezet in vette olie, dus niet in zetmeel, zoals bij de meeste andere planten. De vette olie wordt in druppels buiten de chromatoforen in het cytoplasma of in het celsap afgescheiden.

Andere kleurstoffen die de diatomeeën produceren zijn het xan - thofyl en de carotenoïden, die respektievelijk een gele en een oranje tot bruinrode kleur veroorzaken. Bij produktie van minder chlorofyl, bijvoorbeeld in de zomermaanden, kan de groene tot bruingroene kleur kompleet overschaduwd worden doorhet xanthofyl en krijgen de diatomeeën een gele of bruingele kleur.

De voorplanting

Diatomeeën planten zich zowel ongeslachtelijk als geslachtelijk voort. Bij de belangrijkste ongeslachtelijke voortplanting vindt vegetatieve vermeerdering plaats, waarbij door celdeling twee nieuwe individuen ontstaan. In de diatomee (de moedercel AB) worden, na celdeling, twee nieuwe celhelften gevormd binnen de oude (zie figuur 2).

Hierbij worden de individuen aanvankelijk kleiner. De ene helft behoudt het deksel van de oude diatomee en vormt hier binnenin een nieuwe doos zodat dit individu even groot blijft (AB). De andere helft behoudt de kleine doos van de oude diatomee en gebruikt deze als deksel. Zij vormt daar binnenin dus een nieuwe doos, zodat dit individu kleiner wordt (BC). Steeds is een van de delingsprodukten (de dochtercellen BC en CD) kleiner dan de moedercel. Als dit proces zo door zou gaan, zouden er vrij snel diatomeeën van zeer kleine afmetingen ontstaan. Dit wordt echter voorkomen doordat de kleinste vormen afsterven of zich geslachtelijk voortplanten. Bij geslachtelijke voortplanting kan de inhoud van twee cellen versmelten, waarbij een spore ontstaat die na enige tijd uitgroeit tot een nieuwe diatomee van normale grootte. Deze vorm van zogeheten auxosporevorming vindt vooral plaats bij de Pennaten.

De Centricaten kunnen zich zowel door celdeling als door middel van auxosporen voortplanten. Dat zich in een enkele liter zeewater soms vele miljoenen diatomeeën bevinden, is het gevolg van de enorme snelheid waarmee zij zich kunnen voortplanten. Van sommige soorten is bekend dat zij zich elke vier tot acht uur kunnen delen. Zo kunnen ze binnen enkele dagen voor een uitgebreid nageslacht zorgen.

Levenswijze en milieu

Diatomeeën zijn over de hele Aarde verspreid, van de polen tot de tropen, en in alle mogelijke watersoorten. Elk milieu met zijn eigen fysische en chemische omstandigheden wordt door specifieke soorten gekenmerkt. Belangrijke fysische faktoren zijn het licht, de temperatuur en de stroming van het water. Diatomeeën hebben zonlicht nodig vòor hun koolzuurassimilatie. Vandaar dat zij hoofdzakelijk in de bovenste waterlagen worden aangetroffen. In het eeuwige duister bij de oceaanbodem ontbreken ze. In de poolzeeën vinden we de sterkste ontwikkeling direkt onder het wateroppervlak.

Tot de kenmerkende chemische faktoren horen de zuurgraad, het zoutgehalte, het zuurstof- en stikstofgehalte van het water en daarin aanwezige hoeveelheden calcium, fosfor en silicium. Een voldoende hoeveelheid kiezelzuur in het water is noodzakelijk voor de versteviging van de celwand.

Het grootste deel van de diatomeeën treffen we aan in de wereldzeeën, waar vele soorten er een zwevende levenswijze op na houden, net zoals het plankton. Hoewel veel diatomeeën op zichzelf (solitair) levende cellen zijn, kunnen ze vaak door een slijmerige vormloze geleiachtige massa - die door speciale openingen in de celwand wordt afgescheiden - tot een celstaat verbonden zijn. Hierbij ontstaan langgerekte ketens van cellen. Dergelijke kolonievormende diatomeeën bezitten meestal een groter zweefvermogen dan de solitaire.

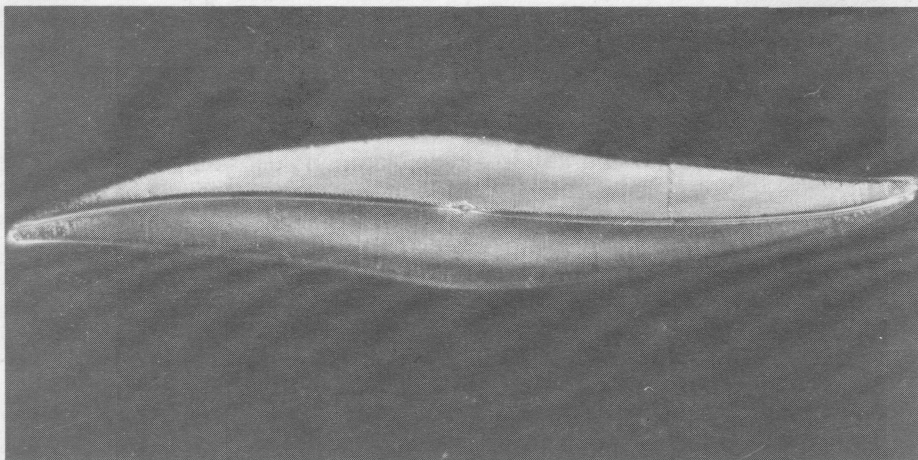
Diatomeeën zweven passief in het water, hoewel hun soortelijk gewicht toch altijd groter is dan dat van het omringende water, al is het maar weinig. Bij het zweefvermogen spelen drie faktoren een rol: het soortelijk gewicht van de diatomee en van het water waarin de diatomee zweeft, de viskositeit of inwendige wrijving van het water en de oppervlakteweerstand van de diatomee.



Het bovenste meertje bij kasteel Rosendael bij Arnhem. In dit meertje leven, zoals in zoveel plassen, vele diatomeeën. Het bijzondere van dit meertje is dat de diatomeeën als voedsel dienen voor amoeben van de soort Vampyrella. Die "vampyrella's" komen tijdens de waterbloei van de diatomeeën in zulke grote aantallen voor dat het water rood gekleurd wordt door de sporen van de amoeben. Foto Pieter C. van der Klugt

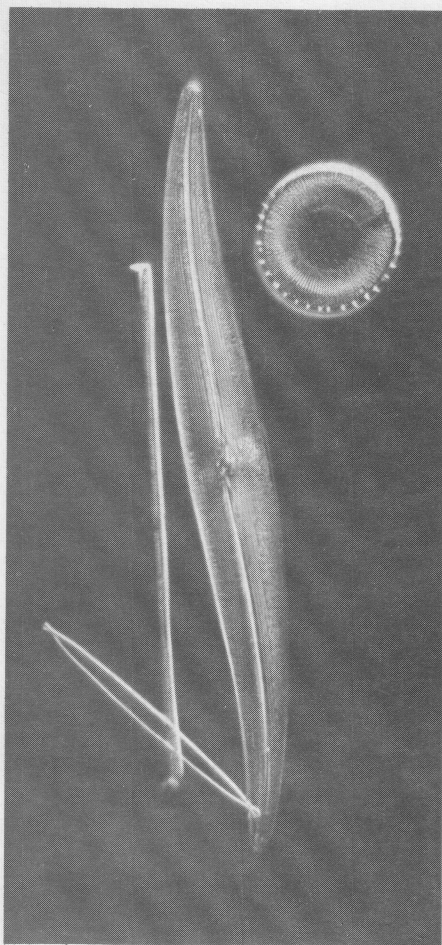


Een foto van de diatomee Didymostenia. Deze diatomee is vaak in handelspreparaten te vinden. Foto Hans Schouten



Een fossiele Gyrosigma, die veelvuldig in diatomeeënaarde voorkomt. Foto Hans Schouten

Het soortelijk gewicht en de viskositeit van het water, die de natuurkundige wetten van het omlaag zinken van de diatomee regelen, hangen af van de temperatuur en het zoutgehalte. Zowel het soortelijk gewicht als de viskositeit nemen af naarmate de temperatuur stijgt en het zoutgehalte lager wordt. Dit heeft twee gevolgen. Ten eerste betekent dit dat diatomeeën beter in het zwaardere zoute water blijven zweven dan in zoet water. Daarom is de rijkdom aan diatomeeën in zeewater veel groter dan in zoet water. Een tweede gevolg is dat we in tropische en subtropische zeeën een minder grote hoeveelheid en verscheidenheid aan diatomeeën vinden dan in zeeën in de gematigde en koude streken op Aarde Het koude water biedt de diatomeeën immers meer weerstand (dus meer drijfvermogen) dan het warme water, dat een veel lagere viskositeit bezit. Om het zinken tegen te gaan zijn sommige soorten, vooral in tropische wateren, voorzien van haren, stekels of borstels die het drijfvermogen vergroten. Het zweefvermogen van diatomeeën wordt bevorderd door hun geringe afmetingen en hun vorm. Het is een bekend verschijnsel dat kleine voorwerpen langer blijven zweven dan grotere van dezelfde vorm en van hetzelfde soortelijk gewicht. Kleine diatomeeën vinden we daarom vooral in ondiepe en warmere wateren (dus met een laag soorte-



Vier soorten diatomeeën zijn te zien op deze opname. De ronde rechtsboven is een Cyclotella. De langgerekte diatomee in het midden is een Gyrosigma attenuatum. De lange naald links is een Nitschia sigmoidea, de spoel linksonder is een Nitschia linearis. Foto Hans Schouten

lijk gewicht en een lage viskositeit), grotere soorten in diepe en koude wateren.

Naast zwevend levende diatomeeën leidt een groot aantal soorten een vastzittende levenswijze, waarbij ze met een aantal gelei-achtige strengen of met gelei-druppels aan een ondergrond zijn vastgehecht.

Rol in de voedselketen

Door hun enorm grote aantallen vervullen diatomeeën een belangrijke rol in de voedselketen. In zee vormen ze een zeer belangrijke voedselbron voor allerlei dieren. Ze zijn erg voedzaam, want hun droge stof bestaat voor 28% uit eiwit, voor 8% uit vet en voor 63% uit koolhydraten. Door het vetgehalte wordt het zweefvermogen aanzienlijk vergroot.

Diatomeeën staan, met andere meest eencellige organismen, aan het begin van de voedselketen. Ze worden gegeten door dierlijk plankton en dat dient als voedsel voor grote dieren als walvissen en robben. Het vet van deze dieren zat daarom oorspronkelijk in de diatomeeën.

Diatòmeeën-afzettingen

De passief in het water zwevende diatomeeën zullen uiteindelijk naar de zeebodem zinken, indien ze niet verorberd zijn door planktonetende dieren. Vooral in het gebied van de koude zeeën, met name tussen 45 en 60 graden zuiderbreedte, vormen zich dikke afzettingen van de stoffelijke resten - de kiezelskeletten van diatomeeën. Dergelijke diepzeebodemafzettingen die voor meer dan 30% uit diatomeeënskeletjes bestaan, worden diatomeeënslik genoemd. Ongeveer 9% van de oceaanbodem, vooral in het gebied rondom Antarktika, wordt door diatomeeënslik bedekt. Ook in het geologische verleden zijn zulke afzettingen op de zeebodem ontstaan (zie ook het artikel over Fossiele vissen op Kreta, in het vorige nummer van Aarde & Kosmos).

Niet alleen op de oceaanbodem, maar ook op de bodem van zoetwatermeren kunnen zich dikke lagen van kiezelskeletjes ophopen. Op meerbodems vormt zich dan een uiterst poreus, zeer fijnkorrelig sediment dat naast diatomeeën ook kwartskorreltjes en organische stoffen bevat. Dit grijs tot donkerbruin gekleurde sediment wordt diatomeeënaarde genoemd. Afzettingen van diatomeeënaarde uit het geologisch verleden zijn onder andere bekend uit Duitsland en Denemarken. In Duitsland treffen we ten zuidwesten van Lüneburg (Niedersachsen) een groot aantal verspreide voorkomens van diatomeeënaarde aan, die uit de laatste twee tussenijstijden van het Kwartair - het Holsteinien en het Eemien - dateren. Tussenijstijden zijn de warmere perioden tussen twee opeenvolgende ijstijden.

De dikte van de diatomeeënaarde die in deze groeven gewonnen wordt, is gemiddeld vijf tot acht meter, plaatselijk echter vijftien meter. Uit de soortenrijkdom in die diatomeeënaarde blijkt dat de meren uit die tussenijstijden een bijzonder voedselrijk milieu vormden. In de afzettingen komt een kenmerkende jaargelaagheid voor. Daaruit heeft men kunnen berekenen dat jaarlijks 1 tot 2 millimeter aan diatomeeënaarde gesedimenteerd werd. In enkele gevallen werd een sedimentatiesnelheid van ongeveer vijf millimeter per jaar afgelezen. Bovendien kon men uit het totaal aantal afgezette pakketjes berekenen dat het Eemien - in dit gebied nagenoeg kompleet vertegenwoordigd - in totaal zeker 12.000 jaar heeft geduurd, mogelijk zelfs 15.000 à 16.000 jaar.

Bepaalde soorten diatomeeën blijken zich elk jaar in een bepaald seizoen, als de milieu-omstandigheden gunstig zijn, razendsnel en massaal te vermenigvuldigen, waardoor het water in korte tijd bruin tot geelbruin gekleurd wordt. Dit verschijnsel staat bekend als waterbloei.

Na deze bloeiperiode sterven de diatomeeën weer grotendeels af, waardoor hun kiezelskeletjes naar de meerbodem zakken en daar een dun lichtgekleurd laagje vormen. De rest van het jaar vormt zich een afzetting van diatomeeën vermengd met veel ingespoelde kwartskorreltjes en organisch materiaal. Het organisch materiaal, dat de donkere kleur van het laagje veroorzaakt, blijkt veel resten van waterplanten, bosplanten (vruchten en zaden) en waterdieren (keverschilden) te bevatten.

Op deze manier ontstaat elk jaar opnieuw een kenmerkende gelaagdheid in de diatomeeënaarde. Het is die gelaagdheid die men in afzettingen van de Duitse Eemien-meren heeft aangetroffen. Het organische materiaal geeft dan informatie over plantengroei en klimaat in dat gebied in die tijd.

Geologische en archeologische betekenis

Diatomeeën blijken gevoelige indikatoren te zijn voor veranderingen in het leefmilieu. Van die eigenschap maakt men gebruik in geologisch en archeologisch onderzoek.

Elk milieu wordt gekenmerkt door specifieke soorten. Bij een verandering in het milieu, bijvoorbeeld een verzoeting van het water in een moerassig kweldergebied, zal de diatomeeënsamenstelling zich gaan wijzigen. Er komen nieuwe soorten diatomeeën bij terwijl andere soorten verdwijnen. Op deze wijze kan men ook vaststellen of de kwaliteit van het oppervlaktewater voor- of achteruit is gegaan door te kijken naar bepaalde soorten diatomeeën, die ons iets kunnen zeggen over de mate van vervuiling.

Omdat van veel tegenwoordige, maar ook fossiele soorten bekend is in wat voor milieu zij leven of hebben geleefd, kan men uit een diatomeeën-associatie in een kleimonster vaststellen wat de omstandigheden tijdens de afzetting van de klei zijn geweest. Stel dat men veel brakwatersoorten aantreft, dan is de klei waarschijnlijk afgezet in de overgangszone tussen de grote rivieren en de zee. Vindt men in een kleipakket naar boven toe steeds meer zoetwatersoorten in de diato-

meeën-associatie, dan kan men hieruit de konklusie trekken dat blijkbaar in de loop van de tijd een milieuverandering heeft plaatsgevonden: het milieu verzoette. Dat zou bijvoorbeeld kunnen wijzen op een toename van de hoeveelheid aangevoerd zoet rivierwater of een terugtrekking van de zee uit het gebied.

Diatomeeën worden in de geologie van de afgelopen 2,5 miljoen jaar (de kwartair-geologie) gebruikt om het oorspronkelijk milieu te rekonstrueren waarin bijvoorbeeld een kleilaag werd afgezet. Ook kunnen milieuveranderingen in de loop van de tijd gerekonstrueerd worden.

In de archeologie worden eveneens grondmonsters onderzocht op diatomeeën. Hieruit wordt informatie verkregen over de aard van het woonmilieu van de een of ander prehistorische kultuur. Heeft men bijvoorbeeld bepaald dat een nederzetting aan het water heeft gelegen, dan kan soms nog worden vastgesteld of het stromend of stilstaand water betreft en zoet of brak water. Naast grondmonsters onderzoekt de archeologie ook aardewerkscherven op diatomeeën. Diatomeeënschalen kunnen



Aardewerk is gebakken van klei en in die klei kunnen resten van diatomeeën zitten. Die kan men gebruiken om na te gaan waar de klei vandaan kwam. Dat kan voor archeologen belangrijke informatie zijn. Foto Coen Eggen

temperaturen tot 1000 graden celsius gedurende enige tijd doorstaan. Als het aardewerk gebakken is van klei met diatomeeën, kan worden vastgesteld of de klei in zout, brak of zoet water gevormd is. Deze informatie, in kombinatie met gegevens over de bodemsamenstelling op de plek van de nederzetting, vertelt of het aardewerk van klei ter plekke is gemaakt. Is dat niet het geval, dan moet de klei of het aardewerk van elders zijn aangevoerd. Daarover leveren dan bijvoorbeeld restanten van vuurplekken uitkomst. Zo helpen diatomeeën het beeld van prehistorische nederzettingen te verbeteren.

Nieuw luchtvaartblad



Er komt een nieuw maandblad over luchtvaart. Het gaat "Luchtvaartwereld" heten. Op 15 november verschijnt het zogeheten nulnummer. Hoofdredakteur is Thijs Postma; hij doet ook de vormgeving. Per jaar gaan twaalf nummers van elk 32 pagina's, waarvan minimaal zeven in kleur, verschijnen. Het blad zal nieuws, aktuele, technische en historische artikelen brengen en in elk nummer, over twee pagina's, een illustratie van Postma. Ook zal men in elk nummer een opengewerkte tekening kunnen aantreffen.

Losse nummers gaan 5,95 gulden kosten, een heel jaarabonnement komt op 54 gulden. Ter introduktie kan men zich ook voor een half jaar abonneren; dat kost dan 27,50 gulden. Wie zich meteen als jaarabonnee opgeeft, krijgt het boek "Martinair, van rondvluchten tot wereldluchtvaart" cadeau.

Luchtvaartwereld gaat per 1 januari 1984 van start. Om een idee van het blad te geven, is het nulnummer voor belangstellenden gratis verkrijgbaar. Een briefje schrijven naar Luchtvaartwereld, Postbus 37, 2130 AA Hoofddorp met de vermelding "nulnummer" is voldoende.

Te koop

Te koop aangeboden jaargangen Aarde & Kosmos 1979 t/m 1983. Inlichtingen telefoon 010-152231.

boekbesprekingen

Squadrons van de Koninklijke Luchtmacht, Willem Helfferich, uitg. Romen Luchtvaart, Bussum, 1983, groot formaat, 160 pagina's, rijk geïllustreerd, deels in kleur, prijs ƒ 39,50. ISBN 90 228 3790 4.

Helfferich, hoofdredakteur van Onze Luchtmacht, geeft in dit boek een beschrijving van de geschiedenis van de luchtmacht (opgericht in 1913). Daarnaast bespreekt hij alle 43 squadrons die de luchtmacht ooit had of nog heeft.

Kijk op stations, Peter Saal en Flip Spangenberg, uitg. Elsevier, Amsterdam, 1983, groot formaat, 144 pagina's, cirka 200 illustraties, waarvan de helft in kleur, prijs ƒ 35,00. ISBN 90 10 04533 1.

Kijk op stations gaat in feite ook over de geschiedenis van het treinverkeer in Nederland. Omdat de beide schrijvers voornamelijk in de bouwkunst geïnteresseerd zijn, blijft het technische aspekt van het treinverkeer buiten beschouwing. Toch biedt ook een rondgang langs de stations in ons land een boeiende kijk op de ontwikkeling van het spoorwegnet.

Siso kode 383.3 / 902.2 / 934.3

Cees Laban

Middeleeuwse schepen uit het IJsselmeer

In de bodem van het IJsselmeer liggen tal van wrakken, van schepen en van vliegtuigen. In Oostelijk en Zuidelijk Flevoland zijn enkele wrakken opgegraven die een belangrijk stukje vaderlandse geschiedenis opvullen. Het gaat om restanten van koggeschepen waarmee handel werd gedreven tussen de beroemde Hanze-steden uit de middeleeuwen.

Geen elektronische plaatsbepalingssystemen aan boord, geen radioverbinding voor stormwaarschuwingen, geen radar, elektronisch echolood, noem ze maar op al die technische hulpmiddelen waarvan de moderne zeeman zich kan bedienen. De schipper van een koggeschip die zo'n dikke vijfhonderd jaar geleden de Noord- en Oostzee bevoer, had alleen een stevig schip, één groot vierkant zeil, een stevenroer, misschien een soort kompas en verder een grote dosis kennis, ervaring en vooral moed.

Lange ontwikkeling

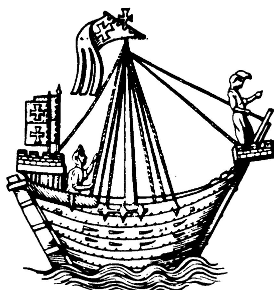
Hoe oud de kogge precies is, staat niet vast. De oudste aanwijzingen over deze schepen stammen uit de 9e eeuw. De Friezen maakten toen gebruik van kleine schepen die ook wel koggen werden genoemd. Dat waren scheepjes met een platte bodem waarmee via de Waddenzee handel werd gedreven tot aan de Deense westkust. Dankzij de platte bodem konden ze in het ondiepste water varen en desnoods droogvallen. Beperkingen waren er echter te over. Er kon maar weinig lading in, men moest dicht onder de kust blijven en de zogenoemde "Ommelandsvaart" rond Jutland was voor deze schepen te gevaarlijk. Tot in de 11e eeuw ging de handel met schepen vanuit onze havensteden naar het noorden niet verder dan de Deense westkust.

Vanaf de 12e eeuw begon de handel zich sterk uit te breiden, vermoedelijk mede door de groei van de bevolking. Hierdoor ontstond behoefte aan grotere schepen die èn meer lading konden vervoeren èn verder uit de kust konden varen. Uit het genoemde prototype dat door de Friezen werd ontwikkeld, is later vermoedelijk "de kogge" ontstaan. Dit scheepstype had een vrijwel rechte kielbalk, rechte vooroverhellende stevens, hoge zijwanden, een scherp voor- en achterschip onder water en een buitensteven. Ongeveer in het midden stond één grote mast met een razeil. In grootte konden deze schepen nogal variëren, van iets meer dan tien meter tot 23 meter of meer. Ook de breedte van de verschillende koggen was nogal eens afwijkend. In feite kan er dus eigenlijk niet van "de kogge" worden gesproken, maar van typen met veel overeenkomstige kenmerken.

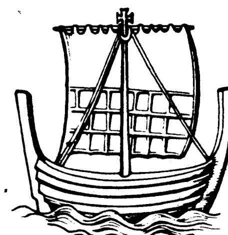
Stadszegels

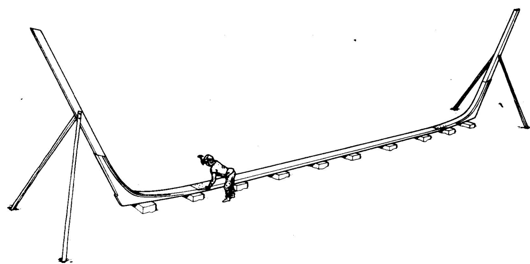
Een van de meest opvallende vernieuwingen aan de kogge was het stevenroer. Voordat de kogge in gebruik werd genomen, werden de schepen bestuurd door middel van een roerriem. Deze riem bevond zich aan de stuurboordachterzijde van het schip. Vooral bij lage snelheden is een schip met behulp van een roerriem goed onder kontrole te houden. Het gebruik ervan is echter zeer vermoeiend en bij de zwaardere schepen, zoals de kogge zou een roerriem, vooral tijdens zware zeeën, het schip erg kwetsbaar maken. De bovengenoemde beperkte kennis van de kogge is al eeuwenlang bekend. Deze is namelijk af te lezen van een aantal stadszegels van Hanzesteden waarop koggen staan afgebeeld. Stadszegels wer-

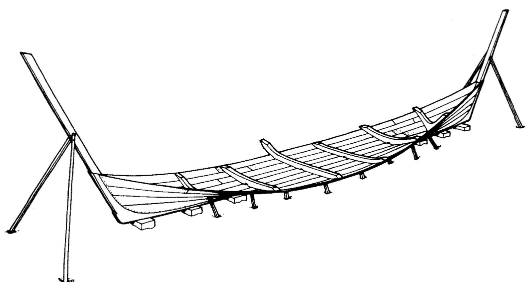
De meeste informatie over de vorm van koggeschepen kwam van afbeeldingen op stadszegels. Er werd gesproken over "het" koggeschip, terwijl de vorm nogal uiteenloopt, zoals te zien is. Het zegel van Elbing uit 1350 laat een "echte" kogge zien.

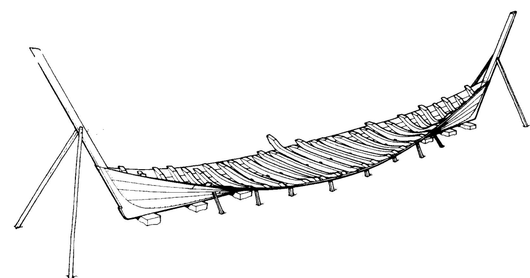

elbing 1350

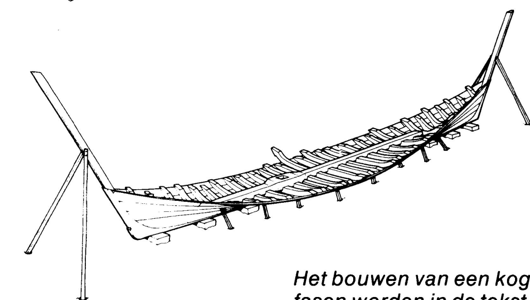

lübeck 1256

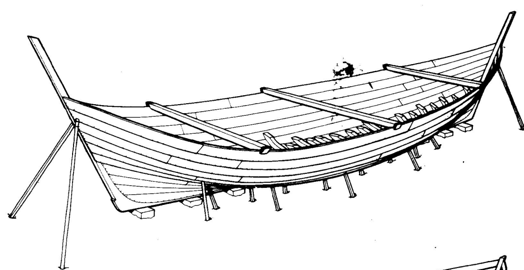

la rochelle 1200

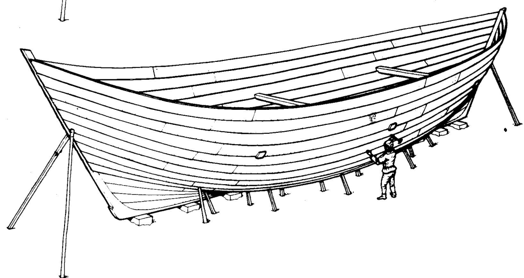


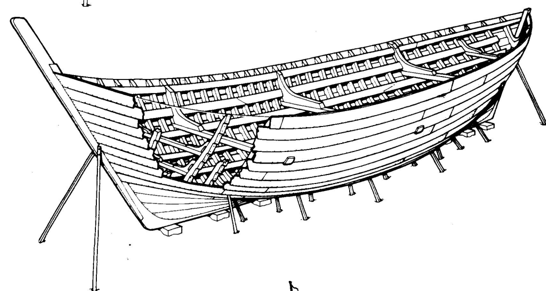


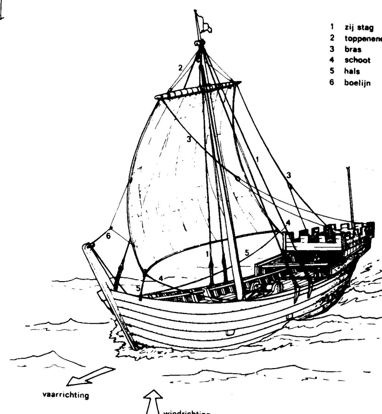












Het bouwen van een kogge; de verschillende fasen worden in de tekst toegelicht.

den in de Hanzesteden gebruikt voor de rechtsbekrachtiging van geschreven stukken. Naast de kennis die van de stadszegels is verkregen, is er nog wat informatie uit archiefstukken bekend.

Wrakken gevonden

In 1962 kwam daar verandering in. Bij Bremen werd in dat jaar een vrijwel komplete kogge uit de rivier de Weser gehaald. Het schip moet daar omstreeks 1380 zijn gezonken. Hoewel het vermoedelijk niet volledig was afgebouwd, had men eindelijk iets in handen waaraan scheepsbouwers details konden zien. De "Bremerkogge" was 23 meter lang en 7,5 meter breed. Het draagvermogen bedroeg 120 ton. De meeste andere vondsten van wrakken van koggen zijn in Skandinavië, Denemarken, Duitsland, vermoedelijk in Polen en in Nederland gedaan. Deze vondsten zijn meestal niet meer dan wat overblijfselen, zoals de bodem met kielbalk en de stevenhoeken geweest.

Tot nu toe zijn er tien wrakken van koggen uit de IJsselmeerbodem gehaald. De staat van deze wrakken die uit de 13e tot 15e eeuw dateren varieert van fragmenten zoals de bodem en stukken van de kielbalk tot exemplaren die tot zeventig procent gaaf zijn. De eerste wrakken zijn in de Noordoostpolder ontdekt. De meeste zijn echter de laatste vijf jaar uit de bodem van Oostelijk en Zuidelijk Flevoland tevoorschijn gekomen. Dankzij het werk van de afdeling Scheepsarcheologie van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders uit Ketelhaven, kon een veelheid aan gegevens over de kogge uit deze wrakken worden verkregen.

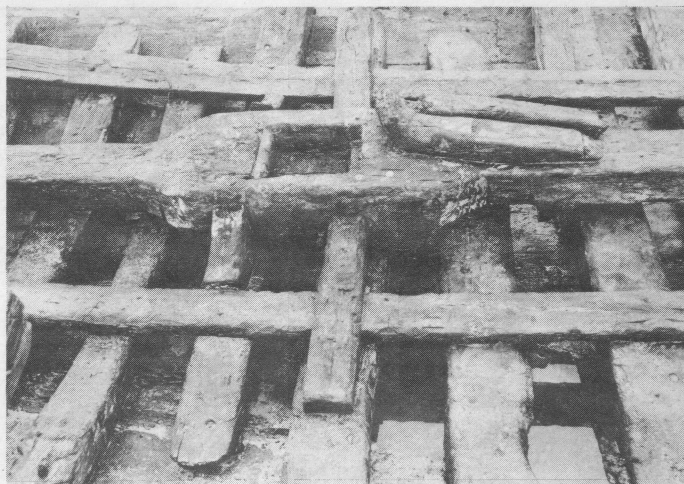
Ouderdom goed te bepalen

Aan twee feiten hebben we de rijkdom aan oude koggen te danken. Tijdens de middeleeuwen liep door de Zuiderzee een aantal van de drukst bevaren scheepvaartroutes uit dit tijd. Deze gingen naar de belangrijkste Zuiderzeehavens zoals Harderwijk, Elburg, Stavoren en Hindeloopen en enkele steden langs de IJssel zoals Kampen, Deventer en Zutphen. Hoewel de hele route door de Zuiderzee tot aan de Noordzee vermoedelijk van boeien (tonnen) voorzien is geweest, was het in deze ondiepe zee tijdens storm gevaarlijk. Voor het huidige IJsselmeer geldt dat trouwens nog steeds.

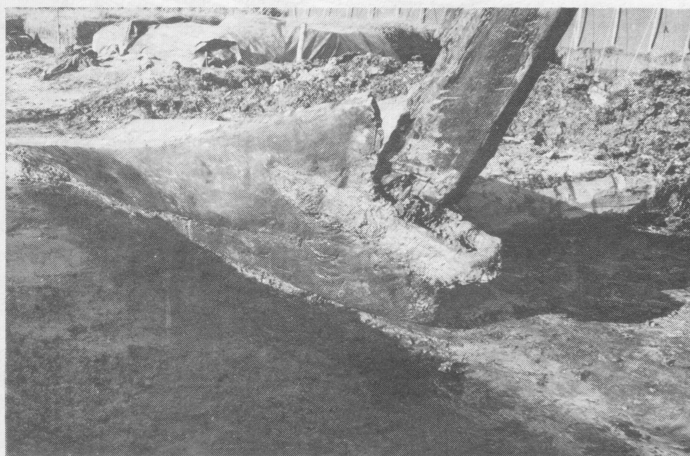
Daarnaast had de Zuiderzee een uitstekende bodemgesteldheid voor het bewaren van scheepswrakken. Schepen die op een rotsachtige zeebodem terechtkomen, slaan langzaam maar zeker uit elkaar. De Zuiderzeebodem was daarentegen zacht en het schip zakte voor een deel in de bodem weg. In de Zuiderzee vond bovendien nog afzetting van fijn zand en slib plaats zodat de wrakken op den duur volkomen zijn bedekt door jongere sedimentlagen. Omdat de ouderdom van de verschillende lagen van de vroegere Zuiderzeebodem goed bekend is, kan de ouderdom van een wrak meestal ook goed worden vastgesteld, vaak op vijftig jaar nauwkeurig.

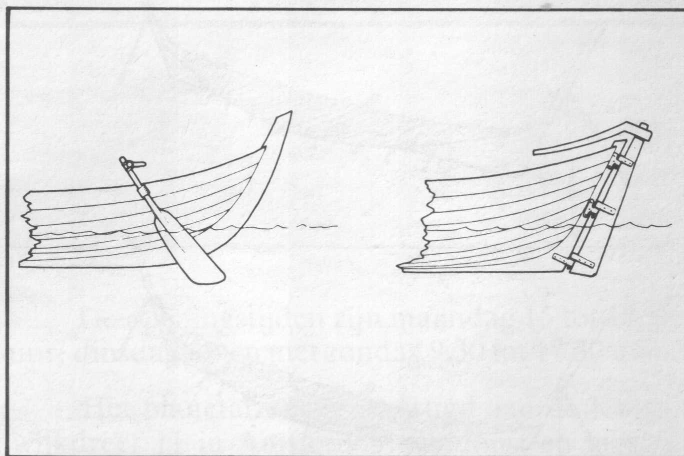


De bodem en één van de zijwanden van een opgegraven kogge. In het midden is onder andere de balk te zien waarin de mast stond.



Het rechthoekige gat in de balk is het mastspoor. Daarin stond de voet van de mast. Het balkje rechts heeft waarschijnlijk te maken gehad met een konstruktie om de mast te ondersteunen.





De kogge was één van de eerste mideleeuwse schepen met een stevenroer. Dat hing scharnierend in zogeheten vingerlingen, ijzeren "lussen", die aan het achtersteven bevestigd waren. De tekening geeft de rekonstruktie aan, de foto laat één vingerling aan een achtersteven zien, In de tijd hiervoor gebruikte men zijroeren, links in de tekening.

Lading gevonden

Wanneer er een wrak in een van de polders wordt aangetroffen kan het snel en nauwkeurig worden onderzocht. Er hoeft namelijk niet, zoals bij wrakken in de Noordzee, met duikers te worden gewerkt. Over het algemeen gaat het onderzoek aan wrakken in de polders dan ook tien maal sneller dan onder water. Daarbij komt, dat de afdeling Scheepsarcheologie van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders in de loop der jaren een grote hoeveelheid kennis en ervaring heeft opgedaan in het opgraven en konserveren van wrakken uit de IJsselmeerbodem.

Het beste tot nu toe gevonden wrak van een kogge kwam in 1981 in Zuidelijk Flevoland tevoorschijn, op enkele kilometers ten noorden van Nijkerk. Dit wrak was voor een groot deel kompleet. De bodem en grote delen van de zijwanden van het schip bleken goed bewaard gebleven. De zijwanden waren overigens afgebroken en lagen naast de bodem. De stuurboordzijde was zelfs één paar meter van de bodem afgedreven. Door de rechte stevens, de rechte kiel en de hoge zijwanden kon het wrak direkt als dat van een kogge worden herkend. Het schip heeft een lengte van ongeveer 17 meter. In het schip zijn wat aardewerk- en steengoedscherven gevonden die aan het einde van de 13e eeuw zijn gemaakt. Door deze vondst kon worden vastgesteld, dat het schip omstreeks die tijd moet zijn gezonken.

Over het algemeen is er maar weinig van de lading in de wrakken teruggevonden. Een enkele maal bevatte het een lading bakstenen. Deze zijn naar alle waarschijnlijkheid ergens in een van de havens langs de IJssel aan boord genomen. Hier waren in die tijd al steenbakkerijen.

De inventaris was over het algemeen niet erg uitgebreid. In twee wrakken uit de IJsselmeerpolders is een vrij komplete inventaris gevonden. Die bestond voornamelijk uit gereedschap en voorwerpen voor het bereiden van voedsel. Het voedsel werd bereid op een open vuur dat in een houten kist voorzien van een tegelvloertje werd gestookt.

Het bouwen van een kogge

Alle gevonden onderdelen van de wrakken worden na het uitgraven zorgvuldig opgemeten en op tekening gezet. Daarna wordt een houten model van het schip gemaakt. Met behulp daarvan kan worden afgeleid hoe tijdens de middeleeuwen zeewaardige schepen van die omvang werden gebouwd. Het gereedschap dat men daarvoor had, bestond vermoedelijk uit niet meer dan bijlen, spanzagen, dissels, boren, meetlatten, loodlijnen en winkelhaken.

De konstruktie van de kogge bleek nogal af te wijken van de schepen die in de tijd daarvoor werden gebouwd. Toen werden bij de bouw eerst de romp gemaakt en vervolgens de spanten geplaatst.

In grote lijnen ging de bouw van de kogge als volgt. Eerst werd de kielplank op houten blokken gelegd. Daarna werden de voor- en achterstevenhaken door middel van schui-



Bakstenen in het wrak van een kogge. De stenen werden vermoedelijk in één van de havens langs de IJssel geladen.

In de wrakken zijn maar weinig goederen en gebruiksvoorwerpen aangetroffen. Soms vond men wat gereedschap en kruikjes en dergelijke die waarschijnlijk met het bewaren en bereiden van voedsel te maken hadden.



ne lassen en spijkers met de kielplank verbonden. Vervolgens werden de stevenbalken geplaatst en door stutten in de juiste positie gehouden. Nu kon de bodem van het schip worden gelegd. De planken werden met de zijkanten tegen elkaar geplaatst, waarna de leggers erop werden bevestigd. De scheepshuid kon daarna overnaads (dakpansgewijs) worden opgebouwd. De planken van de romp werden door spijkers met elkaar verbonden. De punten van deze spijkers werden aan de binnenkant omgeslagen in het hout.

Om het schip waterdicht te maken, werden de naden tussen de huidplanken en de andere houtverbindingen iets V-vormig uitgestoken en daarna opgevuld met mos. Over de met mos gevulde naden werden dan latjes met ijzeren krammen vastgeslagen. Ook de bodem werd op deze manier afgedicht. Deze werkwijze is tot in de 16e eeuw nog toegepast.

Aan boord

De afgebouwde kogge was voorzien van een hekroer dat met een as stevig aan de achtersteven was bevestigd. De tuigage bestond uit één paalmast die ongeveer in het midden was geplaatst, één ra en een boegspriet. De mast had een lengte van ongeveer viermaal de scheepsbreedte. Het vierkante zeil had, afhankelijk van de grootte van het schip, een oppervlak van 150 tot 300 vierkante meter. Met het razeil kon niet alleen voor de wind worden gevaren, maar ook met zijwind, "halve wind" genoemd.

Sommige koggen waren voorzien van een zogenoemd "achterkasteel". Dit diende als woonruimte en voor de bereiding van de maaltijden. In deze achterkastelen is tijdens de opgravingen dan ook vaak het grootste deel van de inventaris gevonden.

Met de kogge kon een snelheid van vier tot zes mijl (7,5 tot 11 km) per uur worden bereikt. Hoe groot de bemanning van een kogge is geweest is niet bekend. Vermoedelijk was er één matroos per vijf of zes last (één last is ongeveer 2000 kilo).

De schipper had het aan boord niet alleen voor het zeggen. Hij moest over bepaalde zaken, bijvoorbeeld al of niet uitvaren, overleg plegen met de overige bemanningsleden. Het vaarseizoen begon omstreeks eind februari en duurde meestal tot midden november. Niet altijd kon de thuishaven tijdig worden bereikt en moest men elders de winter doorbrengen. Het schip werd dan aan de kade voor de winter klaargemaakt waarna de bemanning ter plaatse ging wonen.

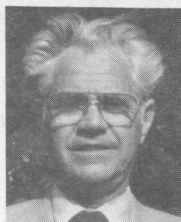
Navigeren

Hoewel er nu wat meer gegevens over de kogge zelf zijn, is er over de manier waarop de navigatie heeft plaatsgevonden maar weinig bekend. Er zijn geen zeekaarten of scheepsjournaals uit die tijd bewaard gebleven. Misschien hebben die zelfs nooit bestaan. Wel zijn er wat zeilaanwijzingen uit de 13e eeuw bekend waarop staat aangegeven hoe de schipper van het Zweedse Schonen naar Russische havens moest varen. Overdag was de stuurman aangewezen op landkenmerken die hij op de kust kon waarnemen en 's nachts, als ze tenminste zichtbaar waren, op de sterren. Langs de kust hebben plaatselijk speciale bakens en vuurtorens gestaan. Voor het bepalen van de tijd en de snelheid van het schip was geen apparatuur aan boord. De bepaling hiervan berustte vooral op ervaring en gevoel. Alleen voor de bepaling van de diepte had men een speciaal handlood. Het kompas raakte tegen het einde van de 12e eeuw in Europa in gebruik, maar erg betrouwbaar was het toen waarschijnlijk nog niet.

Rond 1400 werd de kogge vervangen door de hulk. Dat type schip had veel weg van de kogge, maar was voorzien van een ronde boeg. De kogge, die voor de handel zo belangrijk was geweest, behoorde definitief tot het verleden.

Bron: R. Hulst, Kijk op koggen, uitgegeven door het Museum voor Scheepsarcheologie van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders in Ketelhaven, 1983.
H. Nieland, De Letter W 83/8.
P. Heinsius, Die Hanzeschiffe der Frühzeit, Lübeck, 1962.

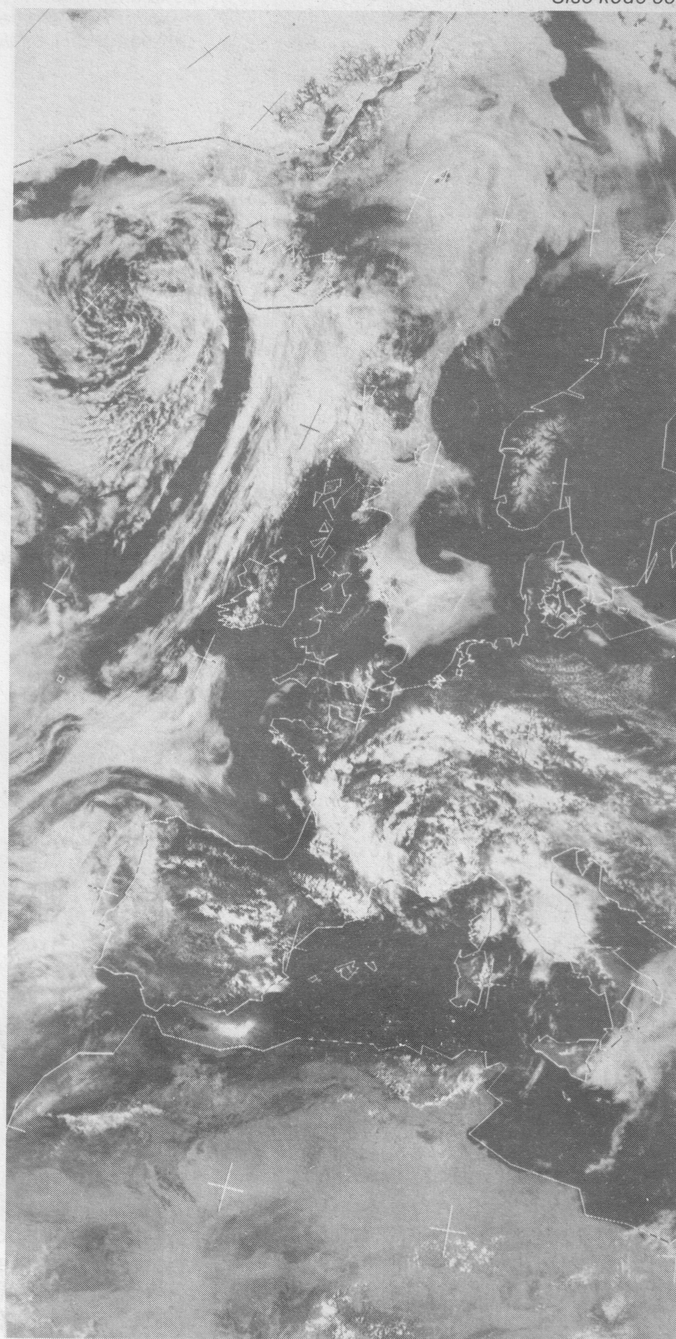
Alle illustraties Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Museum voor Scheepsarcheologie, Ketelhaven



Jan H. Pelleboer

Het gekke weer van 1983

Het voorjaar van 1983 was extreem nat. Nauwelijks was juni begonnen, of het weer verbeterde en we kregen een van de mooiste zomers van deze eeuw. Veel boeren en tuinders zullen daar heel anders over denken. Wat gebeurde er allemaal?



Een kenmerkend beeld van de afgelopen zomer. De satellietfoto laat een depressie bij IJsland zien, een omvangrijk mistveld boven de Noordzee en buienwolken boven Frankrijk. Boven Nederland is de hemel vrijwel onbewolkt. De opname stamt van 21 juni. Foto via KNMI

In het voor jaar van 1983 hebben we erg veel neerslag te verwerken gehad. De lentemaand maart was te nat, met als top 113 millimeter in Barendrecht. Het gemiddelde over het land bedroeg 84 millimeter, terwijl 49 millimeter normaal is.

De maand april bleek nog natter te worden. Bergen op Zoom kreeg 133 millimeter. Over het hele land gemiddeld kwam 88 millimeter regen omlaag, terwijl 48 millimeter normaal is. In de stad Groningen, waar sinds 1850 de neerslag gemeten wordt, sneuvelde het regenrekord dat met 90 millimeter op april 1932 stond. Nu werd 98 millimeter afgetapt.

De neerslag over maart en april samen bleek nooit eerder in deze eeuw zo groot geweest te zijn.

Daarmee was de "regentijd" echter nog niet afgelopen, want mei kwam er ook nog aan. In Hoogeveen en Diever werd 183 millimeter gehaald, een hoeveelheid die nooit eerder in mei gemeten was. De stad Groningen brak ook deze maand het regenrekort; er viel 127 millimeter, tegen 118 millimeter in mei 1945. Over het hele land gemiddeld kwam 125 millimeter naar beneden en dat was een waarde die niet eerder deze eeuw in mei werd gehaald.

Extreem nat en somber

Gaan we de hoeveelheden van de drie lentemaanden optellen, dan zien we dat enkele plaatsen in Drente meer dan 400 millimeter neerslag hebben gehad. Zoals bekend rekenen de meteorologen de lente over de kalendermaanden maart, april en mei. De lente was met een neerslag van bij 300 millimeter (gemiddeld over het hele land) dubbel zo nat als normaal en dat was in deze eeuw niet eerder voorgekomen. Tegelijk scheen de Zon per dag bijna twee uur minder dan normaal en daardoor werd de lente ook de somberste van deze eeuw. Er werd nu 315 uur zonneschijn geregistreerd, tegen 330 uur in 1937 (het vorige rekord).

De landbouw leek voor een ramp te staan. Hier en daar stonden eind mei de wagens vol pootaardappelen nog bij de schuur, omdat men gewoon het doorweekte land niet op kon. Niet alleen in ons land was het abnormaal nat. Ook de Zwitserse en Westduitse weerdiensten meldden rekordhoge regencijfers in mei. Een gevolg daarvan was dat begin juni de Rijn, de Waal, de Lek en de IJssel een waterstand te zien gaven die sinds mensenheugenis



De naweeën van de rekord natte meimaand in beeld. Vroege kampeerders vinden hun plekje op een camping langs de Maas net niet meer onder water. Foto ANP

niet zo hoog was geweest in de zomer. Gewoonlijk is het voorjaar in onze kontreien de droogste tijd van het jaar.

Komplete omslag

Juist op de laatste dag van de meteorologische lente, 31 mei, kwam in De Bilt het kwik voor de eerste keer van het jaar boven de 20 graden C uit. Dat was uitzonderlijk laat. Het bleek het begin van een totale omslag van het weer. Niemand zou op dat moment hebben willen geloven dat we aan het begin stonden van een warme en plaatselijk zelfs rekorddroge zomer. Toch gebeurde het.

In het noordwesten van de provincie Groningen leverde juni niet meer dan 18 à 20 millimeter neerslag op. Over het hele land gemiddeld werd 48



Juni en juli bracht in het zuidoosten van ons land zware onweersbuien, die veel schade aanrichtten en twee mensenlevens kostten. De doden vielen in Montfort bij Roermond, waar een feesttent werd vernield. Foto ANP

millimeter gemeten, tegen een normale waarde van 62 millimeter. Alleen in Zuid-Limburg was het door zware buien plaatselijk te nat. Epen noteerde zelfs een maandtotaal van 155 millimeter.

Op de mooie junimaand volgde een extreem warme en droge juli. Op enkele plaatsen in Noord- en Zuid-Holland, op de Veluwe en in Groningen viel in de hele maand nauwelijks 5 millimeter regen! Het landgemiddelde kwam uit op 23 millimeter, tegen de normale waarde van 81 millimeter. Opnieuw was het in Zuid-Limburg door zware buien plaatselijk erg nat. Noorbeek noteerde over de hele maand 130 millimeter. De buien veroorzaakten op sommige plaatsen zware wind-, water- en hagelschade.

Augustus vertoonde hetzelfde beeld. Uit de voorlopige cijfers blijkt dat gemiddeld over het land ongeveer 25 millimeter neerslag is gevallen, tegen 83 millimeter normaal. In enkele delen van het land was het extreem droog. Zuidhorn in Groningen noteerde maar 3 millimeter, de vliegbasis Twente 5 millimeter.

Droge zomer

Toen de meteorologische zomer op 1 september ten einde was en de balans kon worden opgemaakt, bleek dat over het hele land gemiddeld ongeveer 95 millimeter neerslag gevallen was, tegen ongeveer 225 millimeter normaal. Het totaalcijfer is voorlopig, omdat de preciese waarden over augustus nog niet bekend waren bij het schrijven van dit artikel. Er kan in de getallen daarom nog iets veranderen. De zomer van 1983 bleek samen met die van 1976 (91 mm), 1921 (95 mm) en 1911 (109 mm) tot de droogste van deze eeuw te horen. Landelijk waren er, door het optreden van buien, grote verschillen. Het droogst was het plaatselijk in Noord- en Zuid-Holland, waar slechts 50 tot 70

millimeter viel. Daarentegen viel in Zuid-Limburg door de zware buien ongeveer de normale hoeveelheid van 240 millimeter. Voor de land- en tuinbouw was de langdurige droogte in de zomer net zo rampzalig als de vele regen in de lente. Bovendien richtten de zware buien de nodige materiële schade aan.

Erg warm

Zorgde de neerslag voor allerlei rekords, de temperatuur deed dat in de zomermaanden en met name in juli ook. Juni en augustus waren niet uitzonderlijk warm. In beide maanden kwam in De Bilt de temperatuur maar op één dag boven de 30 graden C. We zullen onze aandacht daarom op juli richten.

De gemiddelde maandtemperatuur bedroeg in De Bilt 20,1 graad C en daarmee was juli niet alleen de warmste julimaand tot dusverre in deze eeuw, maar ook warmer dan alle andere maanden sinds 1900. De gemiddelde temperatuur voor juli is zelfs sinds 1852 in De Bilt niet zo hoog geweest. Eenzelfde rekord werd in grote delen van het land (behalve het noorden) en ook in delen van België en West-Duitsland gehaald.

De gemiddelde maximum temperatuur was in juli in De Bilt 26,4 graad C en dat was sinds 1859 niet meer voorgekomen. In De Bilt werden in totaal twintig zomerse dagen geregistreerd in juli en dat is een evenaring van het rekord uit 1868. Uit De Bilt werd nog een ander rekord gemeld: op 28 dagen viel geen of minder dan 0,3 millimeter neerslag.

Toch is het nergens in het land uitzonderlijk heet geweest. In De Bilt werd op 17 juli de hoogste temperatuur van de zomer gemeten; 33,2 graad C. Diezelfde dag meldde Venlo 34,8 graad C en dat



De zomer was voor vakantiegangers ideaal. Iedereen had mooi weer. Foto ANP



Beuken kregen in augustus last van de langdurige droogte. De wortels konden niet genoeg water vinden om de boomkruinen te voorzien en de bladeren begonnen te vallen. In sommige bossen leek het toen al volop herfst. Foto Andries C. Sabelis

was de hoogste waarde die op één van de officiële waarnemingsstations is geregistreerd. Door weeramateurs zijn elders hogere waarden gemeten. De hoogste temperatuur werd gemeld uit Susteren: 37,2 graad C op 11 juli. Dat is natuurlijk wel erg warm. Het absolute rekord voor ons land staat overigens op 38,6 graad C.

Ondanks het ontbreken van erg warme dagen in De Bilt, komt de zomer van 1983 volgens de metingen daar toch hoog in de lijst van warme zomers. Daarvoor is vooral de aanhoudende warmte van juli verantwoordelijk. In de toptien van deze eeuw staat 1983 op de derde plaats, net na 1976 en op ruime afstand van 1947.

Oorzaken?

Eén ding is zeker opmerkelijk. De warme zomer van 1976 werd voorafgegaan door een uiterst droog en zonnig voorjaar. In 1983 was het voorjaar bijzonder nat en somber en toch volgde een zomer die vrijwel even warm was als die van 1976 en zelfs nog droger. Dit roept meteen de vraag op naar de oorzaak.

In mei hebben we langdurig te maken gehad met een gebied van lage luchtdruk boven of in de buurt van de Britse Eilanden. Bij voortduring werd vochtige en onstabiele lucht naar ons gestuurd, waardoor er geen eind aan de dagen met regen leek te komen. Al die tijd lag het bekende Azoren hogedrukgebied meestal ver ten westen van zijn normale positie. Dat hielp de voor ons zo ongunstige luchtbeweging, een golfvormige westcirkulatie in de bovenlucht, in stand houden.

Eind mei begon die golf in de bovenlucht naar het noorden te bewegen. Boven West- en Midden-Europa ontstond daarbij een schijnbaar voortdu-

rend aanwezige rug van hoge luchtdruk. Deze toestand zette zich in juli in nog sterkere mate voort en bleef ook in autustus bestaan.

De wind heeft daardoor in de zomer aan het aardoppervlak veel in de noord- en oosthoek gezeten. In de bovenlucht was de wind veelal zuidoost tot zuid, waardoor onweersstoringen uit Frankrijk juist tot het zuiden van ons land konden doordringen, met alle ellende vandien.

In de eerste dagen van september verplaatste de westcirkulatie zich van noordelijk Europa weer naar onze streken. Daardoor werden we weer bereikbaar voor lagedrukgebieden. De hele zomer lang hadden die een noordelijker koers gevolgd en het zomerweer op IJsland en in Noord-Scandinavië verpest. De regen begon bij ons weer overvloedig te vallen en het leek in de eerste helft van september al volop herfst.

Naar de oorzaken van de opvallende luchtdrukverdeling dit jaar kunnen we alleen maar gissen. Meteorologen hebben wel vermoedens, maar te bewijzen valt er niets. Heeft vulkaanstof er iets mee te maken, of een krachtige verstoring van de waterbeweging in de Stille Oceaan? We weten het niet. Voorlopig blijft bovenaan mijn lijstje van verklaringen het woord "toeval" staan.

De waarde van rekords

Huub Eggen

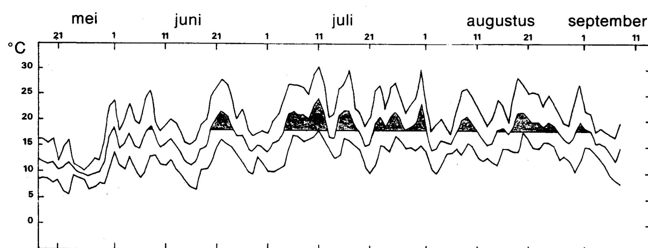
De afgelopen zomer heeft verscheidene rekords opgeleverd. Toch hebben dergelijke rekords maar een betrekkelijke waarde. Vaak ook speelt het toeval een grote rol bij het behalen van weerrekords. De bijgaande grafieken laten daar iets van zien.

De temperatuurrekords van juli zijn te danken aan het toevallige feit dat een periode van 28 dagen met overwegend warm weer precies binnen de kalendermaand viel. In figuur 1 is het verloop van het landelijk temperatuurgemiddelde van mei tot september weergegeven. Dat gemiddelde is berekend op basis van metingen op de KNMI-stations De Kooy (bij Den Helder), Eelde, De Bilt, Vlissingen en Beek (vliegveld Zuid-Limburg). De bovenste kurve geeft de maximum temperatuur, de onderste de minimum temperatuur en de middelste het etmaalgemiddelde. Als dat gemiddelde boven 18 graden C ligt, wordt van een warme dag gesproken. Eind juni en begin augustus maakte het weer een inzinking door. Zou zo'n inzinking in juli zijn gevallen, dan had die maand geen rekords opgeleverd.

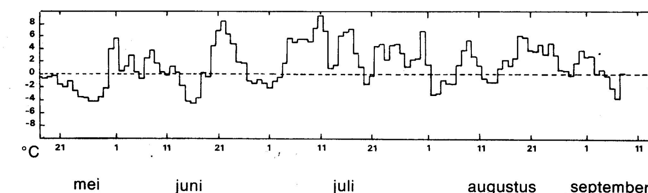
De verdeling van de neerslag over het land van mei tot september is weergegeven in figuur 2. Aangegeven is het landelijk gemiddelde dat op dezelfde manier is berekend als hierboven voor figuur 1 is vermeld. De pieken komen voornamelijk op rekening van Zuid-Limburg waar eind juni en rond 8, 17 en 23 juli zware buien vielen. De piek rond 1 augustus weerspiegelt onweersaktiviteit in het westen van het land. Afgezien van Zuid-Limburg is het dus overal erg droog geweest.

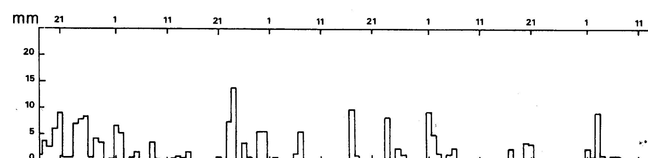
Hoe warm is nu een zomer? Eén methode om daar een indruk van te geven, is voor elke dag te bekijken hoe de gemiddelde etmaaltemperatuur is ten opzichte van de waarde die voor die dag normaal is. Normaal is dan het gemiddelde gedurende de periode 1951-1980. Figuur 3 geeft het resultaat voor De Bilt. Ook hier blijkt weer dat het in juli langdurig erg warm is geweest.

We kunnen met de gegevens uit figuur 3 nog iets meer doen en dat is te zien in figuur 4. We kunnen de afwijkingen ten opzichte van de normale waarde voor elke dag gaan optellen. We beginnen dan op 1 juni met nul. Zou de temperatuur volkomen normaal zijn, dan ontstaat een rechte lijn op het nulniveau. Is de temperatuur herhaaldelijk onder normaal, dan zakken we beneden het nulniveau. Zitten we voortdurend boven normaal, dan krijgen we een gestaag stijgende lijn. Een terugval van boven normaal naar normaal of onder normaal zien we doordat de eerst stijgende lijn afvlakt of zelfs omlaag buigt. In figuur 4 is dit gedaan voor de zomers van 1976, 1982 en 1983 met de gegevens voor De Bilt. We zien meteen dat in 1982 de eerste tien dagen van juni warm waren en de tweede helft van augustus toen koel was. We zien ook dat de zomer van 1976 tussen 21 juni en 20 juli erg warm was, met hoge uitschieters in de temperatuur. Over die periode was de gemiddelde etmaaltemperatuur 21,8 graden C en de gemiddelde maximum tempera-

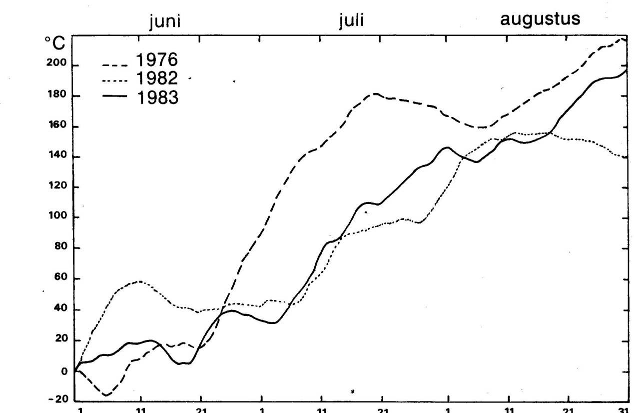


Figuur 1





Figuur 2 ▲   ▲ *Figuur 3*



Figuur 4

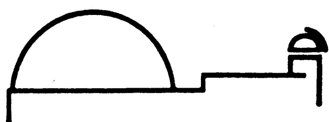
tuur zelfs 28,2 graden C! Dat is ruim hoger dan de waarden van afgelopen juli (van 3 juli tot 1 augustus respektievelijk 20,4 en 26,8 graden C). Omdat die warme periode in 1976 over twee kalendermaanden verspreid viel, leverden geen van beide maanden zelf een rekord op. Het toeval moet dus een handje helpen.

Bron: Maandoverzicht en voorlopig maandoverzicht van het weer in Nederland, juni t/m augustus 1983, KNMI

Met dank aan Bonne Altena die alle gegevens bij elkaar zocht en de grafieken maakte.

De mooiste zomers van deze eeuw. De cijfers gelden voor De Bilt.

jaar	temperatuur °C				neerslag	zonneschijn
	zomer	juni	juli	aug.	mm	uren
1947	18,7	17,5	18,9	19,8	174	840
1976	18,4	18,0	19,3	18,0	113	814
1983	18,2	16,4	20,1	18,1	88	708
1911	17,6	14,7	18,6	19,4	145	767
1975	17,6	15,1	17,8	19,9	153	735
1982	17,6	16,6	18,9	17,2	159	590
1959	17,4	16,0	18,5	17,8	104	797
1950	17,2	17,3	17,3	17,1	268	657
1917	17,1	18,3	16,7	16,2	351	656
1932	17,1	14,9	17,5	18,9	170	626
1935	17,1	16,5	17,7	17,1	210	657
1905	17,0	16,9	18,0	16,0	260	652
1933	17,0	15,5	18,1	16,0	148	684
1939	17,0	16,3	17,0	17,6	150	652
1941	17,0	16,8	19,2	15,0	225	634
1969	17,0	15,2	18,1	17,7	286	595
gem.	17,4	16,4	18,1	17,7	194	690
normaal	16,1	15,2	16,6	16,4	235	576



ZEISS PLANETARIUM AMSTERDAM

Programma voor november en december

Op maandag wordt tot en met 11 november om 15.30 uur de voorstelling "Spacelab, een reisje waard" gegeven. Van 12 tot en met 30 november begint om 15.30 uur de voorstelling "Op reis naar andere planeten", in de maand december op die tijd "Ster van Bethlehem".

De openingstijden zijn maandag 15 tot 17.30 uur; dinsdag tot en met zondag 9.30 tot 17.30 uur.

Het planetarium is gevestigd aan de Kromwijkdreef 11 in Amsterdam-Zuidoost en met de metro bereikbaar; uitstappen eindpunt Gaasperplas. Met de auto moet u de afslag Gaasperplas op de A9 nemen. Telefoon 020-963484. Toegangsprijzen: volwassenen f 8,00; kinderen en 65+ f 5,00; gezinnen f 20,00.

Dinsdag tot en met vrijdag:

10 uur: Alles draait, een programma voor leerlingen van 10 tot 15 jaar;

11.30 uur: Spacelab, een reisje waard (tot en met 11 november);

11.30 uur: Alles draait (vanaf 12 november);

13.00 uur: De sterrenhemel van de maand;

14.30 uur: Spacelab, een reisje waard (tot en met 11 november);

14.30 uur: Op reis naar andere planeten (12 tot en met 30 november);

14.30 uur: Ster van Bethlehem (de maand december);

16.00 uur: Spacelab, een reisje waard (tot en met 11 november);

16.00 uur: Op reis naar andere planeten (12 tot en met 30 november);

16.00 uur: Ster van Bethlehem (de maand december).

Op zaterdag zijn de volgende voorstellingen:

11.30 uur: Spacelab, een reisje waard (tot en met 11 november);

11.30 uur: Op reis naar andere planeten (12 tot en met 30 november);

13.00 uur: De sterrenhemel van de maand;

14.30 uur: Spacelab, een reisje waard (tot en met 11 november);

14.30 uur: Op reis naar andere planeten (12 tot en met 30 november);

14.30 uur: Ster van Bethlehem (de maand december);

16.00 uur: Spacelab, een reisje waard (tot en met 11 november);

16.00 uur: Op reis naar andere planeten (12 tot en met 30 november);

16.00 uur: Ster van Bethlehem (de maand december).

Tot en met 17 december is op zaterdagavond om 19.30 uur een programma over sterrenwachten.

Tot slot de aktiviteiten op zondag:

11.00 uur: Ad Visser met Sobrietas (toegangsprijs 10 gulden per persoon!);

13.00 uur: Sterrenhemel van de maand;

14.30 uur: Spacelab, een reisje waard (tot en met 11 november);

14.30 uur: Op reis naar andere planeten (12 tot en met 30 november);

14.30 uur: Ster van Bethlehem (de maand december);

16.00 uur: Spacelab, een reisje waard (tot en met 11 november);

16.00 uur: Op reis naar andere planeten (12 tot en met 30 november);

16.00 uur: Ster van Bethlehem (de maand december).

Vanaf 12 november worden op zondagmiddag tevens films vertoond.

Gezonde straling

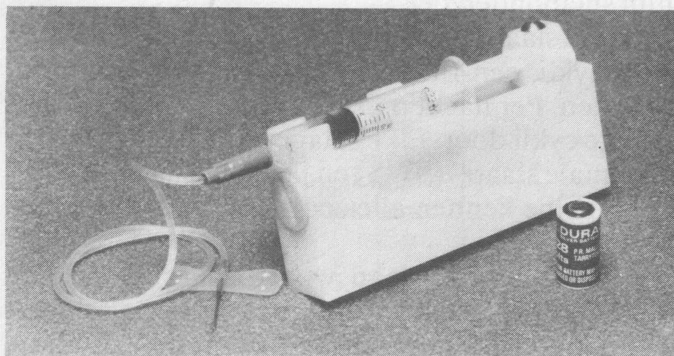
Het zal veel mensen wat ongelooflijk in de oren klinken, maar een beetje radio-aktieve straling lijkt gunstig voor het menselijk lichaam. De meeste cijfers voor sterfgevallen door kanker zijn gemiddeld lager in gebieden met een hogere natuurlijke achtergrondstraling. Die straling bedraagt in ons land zo'n 80 millirem per jaar en is in een bepaalde streek in India met cirka 1500 millirem per jaar het hoogste van de wereld. De straling is afkomstig van radio-aktieve elementen die in de natuur voorkomen en van straling die ons uit de ruimte bereikt.

In vaktijdschriften zijn sinds 1961 meer dan duizend artikelen verschenen die gunstige aanwijzingen beschrijven. Levende wezens schijnen langer te leven, zich beter voort te planten, energieker te zijn en minder vatbaar voor ziekten met voortdurend een beetje straling. Waar dat gunstige effekt precies door veroorzaakt wordt, is niet duidelijk. Dat geldt ook voor de vraag of er een meest gunstige hoeveelheid straling bestaat. Het is kennelijk ook nooit goed onderzocht, want nog steeds verschillen de meningen over de gevolgen van lage doses straling sterk.

Bron NTvN, B49 (10), 30 mei 1983

Hormoonspuitje tegen onvruchtbaarheid

Voor een goed funktioneren van de menselijke geslachtsklieren, de eierstokken en de zaadballen, zijn twee hormonen nodig. Die worden in de hypofyse aangemaakt onder invloed van het GnRH (gonadotrofine releasing hormoon). De hypofyse blijkt heel gevoelig voor precies de juiste dosering van het GnRH. Verkeerde hoeveelheden van dit hormoon blijken verantwoordelijk voor een deel van de soorten onvruchtbaarheid die er bestaan. Hoewel in 1971 de rol van het GnRH werd ontdekt (en de ontdekkers kregen er de Nobelprijs voor), leek praktische toepassing van die ontdekking op een dood spoor geraakt te zijn.



Het hormoonspuitje dat sommige vormen van onvruchtbaarheid helpt te behandelen. Het apparaatje is met zijn afmetingen van 10,5 bij 4 bij 2 centimeter heel handzaam. Aan verdere verbeteringen wordt gewerkt.
Foto Dr. John Attikiouzel, Universiteit van West-Australië

De Australiërs Ted Keogh (een chemikus) en John Attikiouzel (een elektrotechnisch ingenieur) hebben nu een soort pompje ontwikkeld waarmee in de praktijk sukses wordt geboekt. Keogh en zijn medewerkers ontdekten namelijk dat het toedienen van GnRH alleen werkte, als elk uur een heel klein beetje van het hormoon werd ingespoten. De Australiërs ontwikkelden een slechts 110 gram wegend pompje dat werkt op een batterij. Aan het pompje zit een naaldje dat net even onder de huid van de onderbuik wordt gestoken. Het pompje geeft elk uur een heel klein beetje van het hormoon af. Onderzoek is momenteel nog gaande om het apparaatje nog kleiner te maken en te voorzien van een mikroprocessor, zodat het bedienen van het pompje helemaal automatisch gaat. Nu moet de betrokkene het pompje zelf even bedienen.

Het apparaatje is intussen beproefd. Vier vrouwen bij wie de eierstokken geen eitjes afgaven, zijn met sukses behandeld. Twee mannen die geen sperma produceerden, deden dat na een behandeling wel. Het GnRH heeft ook te maken met een storing waarbij de zaadballen van jongetjes niet in de balzak indalen (dat staat bekend als cryptorchisme). Vijfendertig jongens zijn behandeld, en bij zeventig procent had dat sukses.

Heel vroege zwangerschapstest

Onderzoekers aan de universiteit van Aberdeen in Schotland denken dat het binnenkort mogelijk wordt een zwangerschap al in een heel vroeg stadium vast te stellen. Vlak nadat een eicel bevrucht is, komt de produktie van eiwitten op gang. Die zijn betrokken bij veranderingen in het lichaam, zodat het op de zwangerschap ingesteld wordt. Die eiwitten komen ook in het bloed van de aanstaande moeder terecht, nog voordat het eitje zich in de baarmoeder ingekapseld heeft. Het team uit Aberdeen heeft nu een methode ontwikkeld om één van die eiwitten (het Schwangerschaftsprotein I of SP1), aan te tonen.

Uit proeven bij 150 vrouwen is gebleken dat de aanwezigheid van dat eiwit in het bloed een heel betrouwbare graadmeter is voor zwanger zijn. Het aantonen van het eiwit gaat eenvoudig en snel. De test kan heel kort na de bevruchting al uitgevoerd worden. Nu merken vrouwen pas dat er iets aan de hand kan zijn, als de ongesteldheid uitblijft. Tijdens het onderzoek bleek dat verscheidene vrouwen die onvruchtbaar heetten te zijn, in werkelijkheid wel degelijk bevrucht werden. Het inkapselen verloopt bij hen alleen niet goed en na een paar dagen wordt het bevruchte eitje afgestoten.

Siso kode 414.3/415.5/599.7

A. Knuistingh Neven

Waarom we dromen

U bent aan het wandelen en steekt een onbewaakte spoorbaan over. Midden op de rails kijkt u opzij en ziet een trein met geweldige snelheid naderen. ''Ik moet hier weg'' denkt u, maar hoe u dat ook probeert, u lijkt wel aan de grond vastgelijmd... Badend in het zweet wordt u wakker. Het was maar een nare droom. Waarom dromen we eigenlijk en wat gebeurt er dan?

Iedereen droomt, ongeveer anderhalf uur per nacht. Stel dat we een derde deel van ons leven slapen. Iemand van 75 jaar oud heeft dan 25 jaar van zijn leven geslapen en daarvan vijf jaar gedroomd.

Verreweg de meeste dromen gaan over alledaagse dingen: gebeurtenissen en problemen in gezin en direkte omgeving. Die dromen zijn kennelijk zelden schokkend genoeg om langdurige herinneringen op te bouwen. Bij het wakker worden 's morgens kunnen de meeste mensen zich dan ook vrijwel nooit herinneren dat ze gedroomd hebben.

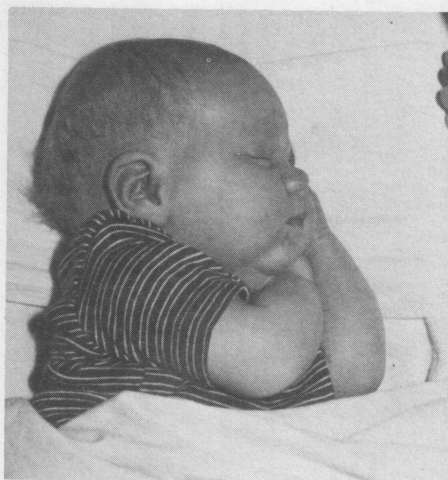
De droomwereld lijkt soms bizar:we tarten natuurwetten, beleven de vreemdste avonturen en ontmoeten de meest onverwachte mensen In het dagelijks leven reageert men met afwerende uitdrukkingen op die droomwereld: "dromen zijn bedrog", het was een "nachtmerrie" (over een angstaanjagende droom of gebeurtenis). Aangezien de droomwereld soms ook sprookjesachtig mooi is, maakt de reklamewereld er gebruik van met uitdrukkingen als "een droomvakantie", "een droomkeuken" en zo meer. Dromen kunnen ook een wereld oproepen waar we graag zouden zijn; de uitdrukking "ik droom van..." weerspiegelt dat.

Slapen en dromen

Door de eeuwen heen heeft het dromen de mens bezig gehouden. De eerste aanzet tot wetenschappelijk onderzoek van de droom kwam pas in 1900, met de "Traumdeutung" van Sigmund Freud. In 1953 gaven Aserinsky en Kleitman de droomwetenschap een meer biologische onderbouw. Zij hebben baanbrekend werk verricht door hun slaaponderzoek.

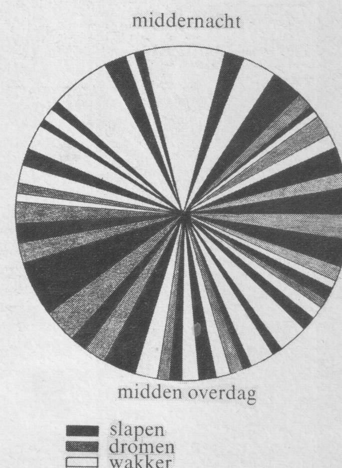
De slaapperiode blijkt opgebouwd te zijn uit slaapcykli, een ritmisch gebeuren van 90 tot 100 minuten. Per nacht maken we vier tot zes van dergelijke cykli door. Elke slaapcyklus bestaat uit een "normale slaap" (SWS) en "droomslaap" (REM). In principe kennen alle zoogdieren deze slaapopbouw.

De normale slaap wordt onderverdeeld in vier stadia; stadium 1 wordt omschreven als doezelig, stadium 2 als lichte slaap, stadium 3 als matig diepe slaap en stadium 4 als zeer diepe slaap. Die stadia onderscheidt men op grond van vier faktoren. Dat zijn a. wekbaarheid, b. slaapdiepte, c. fysiologische funkties als ademhaling, hart frekwentie, bloeddruk en spierspanninng, en d. EEG (als maat voor de hersenaktiviteit). Hoe dieper iemand



Pasgeboren kinderen slapen een groot deel van het etmaal. Ongeveer de helft van de tijd dromen ze. Het vele dromen in de eerste twee weken na de geboorte blijkt onontbeerlijk voor een goede ontwikkeling van de hersenen.

Het slaappatroon van een baby. Er is nog geen aanpassing aan ons dag- en nachtritme en de baby droomt erg veel.



slaapt, hoe moeilijker hij of zij gewekt kan worden en hoe rustiger de ademhaling, hartfrekwentie en bloeddruk worden. De spierspanning, ook die van de oogspieren, wordt minder en het EEG vertoont eveneens een kalmer beeld: lange golven. Daarom wordt de diepe slaap in de vaktaal "slow wave sleep" of SWS genoemd.

De droomslaap vertoont een totaal ander beeld. De wekbaarheid komt overeen met slaapstadium 2. Hartfrekwentie en ademhaling worden sneller en onregelmatiger. De bloeddruk vertoont pieken. De spierspanning is minimaal (de slaper lijkt wel verlamd), terwijl het EEG overeenkomt met slaapstadium 1. De ogen maken snelle gerichte bewegingen: "rapid eye movements" of REM-slaap in de vaktaal. Kenmerkend voor deze slaapfase zijn ook erekties bij mannen en overeenkomstige cirkulatie-verschijnselen bij vrouwen. Tachtig procent van alle dromen gebeurt in deze fase.

Bij volwassenen wordt in de loop van de nacht de slaapdiepte minder, terwijl de REM-slaap steeds langer duurt. In totaal brengen we per nacht gemiddeld twintig procent van onze slaaptijd dromend door. In de praktijk komt dat neer op ongeveer negentig minuten.

Pasgeborenen verkeren ongeveer acht uur per dag in de REM-slaap, dat wil zeggen de helft van de tijd dat ze slapen. Na één jaar is de duur van de REM-slaap teruggebracht tot 25 à 30% van de slaaptijd en later loopt die duur terug tot twintig procent.

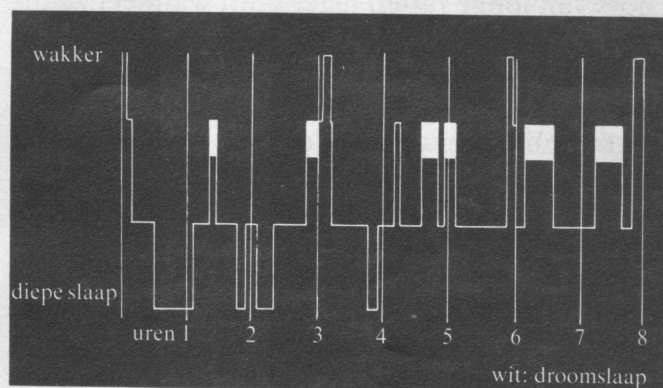
Er wordt niet uitsluitend tijdens de REM-slaap gedroomd. Waarnemingen tonen aan dat ook in de gewone slaap soms wordt gedroomd. De typische dromen bij het inslapen en bij slapen overdag (waarbij geen REM-slaap optreedt) zijn iedereen bekend.

REM-slaap: "slapend wakker"

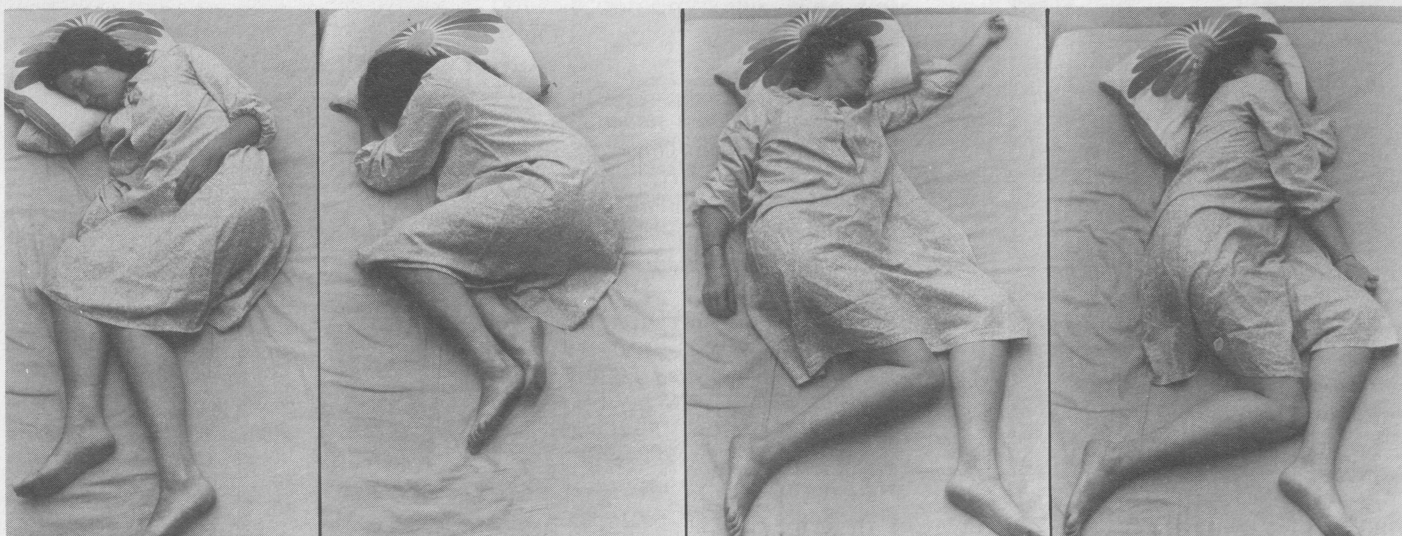
De REM-slaap wordt ook wel een derde bewustzijnstoestand genoemd, naast de waaktoestand en de gewone slaap. Tijdens de REM-slaap zijn de hersenen aktief, maar vertoont het lichaam een minimum aan uiterlijk gedrag.

De hersenaktiviteit neemt enorm toe, aangezet door de hersenstam waar de regulatie van slapen en wakker zijn plaats vindt. Allereerst wordt de achthoofdskwab geaktiveerd. In de achterhoofdskwab worden visuele prikkels verwerkt. Van hieruit wordt de rest van de hersenschors bereikt. Er worden dus zintuigelijke "waarnemingen" gedaan, vooral visuele. We spreken dan ook van droombeelden. Er zijn ook motorische "aktiviteiten", er kunnen herinneringen opduiken en bestaande kennis en vaardigheden worden "gebruikt". Dit komplexe gebeuren ervaren we als dromen.

Omdat vanuit de hersenschors enorm veel verschillende lichaamsfunkties worden gestuurd, kan het aantal droomonderwerpen ook heel groot zijn. Omdat tegelijk geen werkelijke belevenissen uit de buitenwereld op de slaper afkomen en hij daarom de droomgebeurtenissen niet met de werkelijkheid kan vergelijken, kan een droom soms bizar en verrassend verlopen. De droom wordt op het moment zelf helemaal als "echt" beleefd. Als we werkelijk zoveel zouden bewegen als we in onze dromen doen, zou er van slapen niet veel terecht komen. Er is daarom een aktieve remming van het motorische systeem (dat ons doet bewegen): het li-



Onze slaap vertoont een min of meer ritmisch patroon, dat in de loop van ons leven wel wat verandert. Hier het patroon van een jonge volwassene. In de eerste uren na het inslapen is de slaap veelal diep en dromen we weinig. Na een aantal uren gaan we meer dromen. Tijdens de droomslaap lijkt de hersenaktiviteit sterk op wat er gemeten wordt als we alleen maar doezelen.



Onder het slapen wisselen perioden van diepe en lichte slaap elkaar af. Tijdens lichte slaap veranderen we van houding. Daardoor worden we niet stijf. Als we dromen, liggen we doodstil. Het lichaam lijkt dan wel verlamd, terwijl de hersenen op dat moment heel aktief zijn. We kunnen alleen maar aan het snelle bewegen van de oogbol van een slapen iemand zien dat hij of zij op dat moment droomt.

chaam is verlamd, met hooguit wat spiertrekkingen. Slaapwandelen heeft daarom niets met dromen te maken. Het kan niet eens tijdens de droomslaap voorkomen.

De snelle oogbewegingen tijdens de droomslaap moeten worden toegeschreven aan de verhoogde aktiviteit van het zenuwstelsel. Deze bewegingen zijn niet storend tijdens de slaap. Ook erekties moeten het gevolg zijn van een verhoogd aktief zenuwstelsel. Deze verschijnselen treden op tijdens alle droomfasen en ze hebben niets te maken met leeftijd en droomonderwerp.

Waarom de REM-slaap?

Onderzoek wijst uit dat de droomslaap een rol speelt bij de ontwikkeling van de hersenschors en bij de verwerking van informatie die door leerprocessen wordt vergaard.

De onderzoeker M. Mirmiran toonde proefondervindelijk aan dat het gewicht van de hersenschors van jonge ratten lager blijft wanneer ze tijdens hun zoogtijd minder REM-slaap krijgen dan normaal. Later blijken die ratten minder effektief te reageren op prikkels uit de omgeving. Zelfs na de zoogtijd blijkt het onthouden van REM-slaap bij jonge ratten het verwerken van prikkels uit de omgeving door de hersenen negatief te beïnvloeden. Ook andere onderzoekers hebben gekonstateerd dat een slechte REM-slaap de ontwikkeling van de hersenschors benadeelt en dat omgekeerd een goede REM-slaap een positief effekt heeft.

Bij normale jonge kinderen wordt de duur en de intensiteit van de REM-cykli rond de leeftijd van één jaar stabiel. Bij mongooltjes treedt die stabilisering al twee weken na de geboorte op. Bij de mens zien we normaal in de periode rond de geboorte een geweldige groeispurt van de hersenen. Bij ratten is dat vooral na de geboorte zo en daarom zijn ratten in dit opzicht enigszins te vergelijken met mensen. Andere dieren vertonen een ander soort ontwikkeling. Bij kavia's treedt de groeispurt vóór de geboorte op.

De funktie van de REM-slaap in de verwerking van informatie is bij de mens niet goed onderzocht. Dierproeven geven echter wel degelijk een verband tussen het verwerken van prikkels uit de omgeving en de droomslaap, ook na de zoogtijd.

De onderzoeker J.A. Hobson denkt dat tijdens de droomslaap gegevens die overdag door ervaring zijn verkregen, worden vergeleken met gegevens die langs erfelijke weg in de hersenen zijn opgeslagen. Het is alsof onze hersenen door onze erfelijke eigenschappen zijn voorgeprogrammeerd. Het werkelijke leven moet dat programma gaan invullen en eventueel korrigeren en dat gebeurt tijdens de droomslaap. Daar leren we pas echt. Dat zou de diepere betekenis kunnen zijn van onze uitdrukking dat we ergens "nog een nachtje over willen slapen".

Een andere opvatting gaat in op de verhoogde waakzaamheid tijdens de droomslaap. Die kan bij dieren een funktie hebben in het waken over de jongen en de eigen veiligheid. Bij de moderne mens heeft die "schildwachtfunktie" deels zijn betekenis verloren.

De noodzaak van de REM-slaap wordt onderstreept door waarnemingen aan mensen die men het droomslapen belet. Dat kan gebeuren omwille van onderzoek, door het gebruik van medicijnen of alkohol en ook als marteling (bijvoorbeeld het "hersenspoelen"). Tekort aan REM-slaap veroorzaakt een prikkelbare stemming en een katterig gevoel. Wanneer de onthouding van REM-slaap enkele nachten duurt, gaan de betreffende mensen zich duidelijk gestoord gedragen, ook al zijn de waarnemingen niet eensluidend. Zodra deze mensen weer kunnen slapen, blijkt de droomachter-



In een droom is alles mogelijk, van sprookjesachtige gebeurtenissen tot nachtmerries. Onze hersenen zorgen voor tal van gewaarwordingen, die we niet kunnen vergelijken met de werkelijkheid. Daarom krijgen we de indruk dat alles kan.

stand ingehaald te worden. Ook bij diverse zoogdieren is dit verschijnsel van extra dromen waargenomen.

Betekenis van dromen

De mens heeft altijd een betekenis aan zijn dromen willen geven, vooral als er iets bijzonders, iets onverklaarbaars, iets schokkends in gebeurde. Er zijn in grote lijnen vier verschillende opvattingen over de betekenis van dromen.

Sigmund Freud onderscheidde de droominhoud zoals die door de dromer wordt naverteld, en de diepere betekenis van de droom. In dromen zag hij een uitlaatklep voor sluimerend aanwezige spanningen en konflikten en voor onbewuste verlangens. Verder zouden problemen en zorgen van de afgelopen dag in de dromen verwerkt worden.

Carl Gustav Jung ziet de droom als een spontaan, natuurlijk, geestelijk verschijnsel waarvan de betekenis pas duidelijk wordt wanneer men de droom plaatst in het totaal van de menselijke persoonlijkheid. In de droom kunnen reakties op een bewuste toestand, het gewone dagelijkse leven van de dromer, naar voren komen. Ook kan de droom een weerspiegeling zijn van de botsing tussen het bewustzijn en het onbewuste van de mens. In dat onbewuste van ieder mens zitten volgens Jung overgeërfde, voorgeprogrammeerde eigenschappen van de mensheid als geheel. De invloed daarvan kan de droom een diepere betekenis geven, en soms zelfs een voorspellende.

Een derde opvatting is de zogeheten existentie-analytische. Daarin worden dromen gezien als iets wat we nu eenmaal meemaken. Er wordt vermeden achter "dromen" iets anders te zoeken dan wat het voorstelt. Vaak worden de droombeelden gekleurd door de stemming waarin de dromer verkeert.

De vierde visie op dromen is dat de droominhoud geen enkele betekenis heeft. De droom is in deze opvatting een restant van de fase dat de REM-slaap voor de ontwikkeling van de hersenschors hard nodig was. Er is in deze REM-fase nu eenmaal een verhoogde aktiviteit van de hersenen, met dit resultaat, dromen, als gevolg.

Of dromen nu wel of geen diepere betekenis hebben, voor het lichamelijke welzijn kunnen we ze niet missen.

Alle foto's H.W. Offreins



Een kameleon besluipt een prooi. Daarbij beweegt hij zich uiterst traag om zo min mogelijk op te vallen. ▶



De Gewone Kameleon is vanuit Noord-Afrika tot in Zuid-Europa doorgedrongen. Deze foto werd gemaakt in de Algarve, in het zuiden van Portugal. Er komen geen andere soorten kameleons voor in Europa. ▶

Een kameleon heeft met zijn tong een prooi "geschoten'. Het uiteinde van de tong bestaat uit twee lobben die de prooi omklemmen. ▼



A.J.Zwinenberg

Kameleons laten zich (niet) zien

Kameleons krijgen dezelfde kleur als hun omgeving. Ze vangen andere beestjes door gif te spuwen. Dat zijn twee wijd verbreide opvattingen over deze bijzondere wezens, maar ze zijn allebei onjuist. De fabeltjes zijn het gevolg van enkele opmerkelijke eigenschappen van kameleons.



Kameleons kunnen afstand zien, net als mensen. De meeste andere dieren kunnen dat niet. Dat komt omdat kameleons beide ogen in dezelfde richting kunnen draaien.



Een kameleon in een alarm-houding. Met zijn ene oog houdt hij de fotograaf in de gaten, terwijl hij zijn andere oog naar achteren heeft gericht, om steun voor zijn voorpoten te zoeken.

De ongeveer 85 soorten kameleons vormen een groep van zeer bekende hagedissen; ze moeten bijna allemaal in Afrika gezocht worden. Slechts drie soorten komen buiten dit werelddeel voor, waarvan twee in Zuid- en Zuidoost-Azië. De Gewone Kameleon (Chamaeleo chamaeleon) is erin geslaagd zijn verspreidingsgebied vanuit Noord-Afrika naar Zuid-Spanje en Zuid-Portugal (Algarve) uit te breiden. Het is daarom mogelijk dat u in het uiterste zuidwesten van Europa zo'n traag bewegend reptiel in een struik ontdekt. Het beestje is ongeveer 25 centimeter lang en de helft daarvan komt voor rekening van zijn staart. De meeste soorten kameleons bereiken een lengte tussen 15 en 40 centimeter. Op Madagaskar komen "reuzen" van 70 centimeter en "dwergen" van 3,5 centimeter voor.

Bijgeloof

In Afrika dicht men kameleons de meest gekke dingen toe. Zo gelooft men dat iemands dagen geteld zijn, wanneer hij of zij oog in oog met een kameleon komt te staan. Daarom zorgt men ervoor buiten het gezichtsveld van het "boze oog" te blijven. Vooral de als een raket uitschietende tong heeft veel stof tot bijgeloof opgeleverd. Een kameleon kan zijn tong in een fraktie van een sekonde "afschieten" en weer terug trekken, met aan het puntje een insekt. Met het blote oog is dit vangen van voedsel nauwelijks te volgen. Veel inwoners van Afrika denken daarom dat kameleons gif spugen, zoals sommige kobra's wel kunnen. De snel



Het jong van de Tweestreepkameleon is bij de geboorte hooguit vier centimeter lang.

bewegende tong geeft inderdaad zo'n indruk. Veel Afrikanen slaan kameleons dan ook onmiddellijk dood, wanneer ze een exemplaar aantreffen.

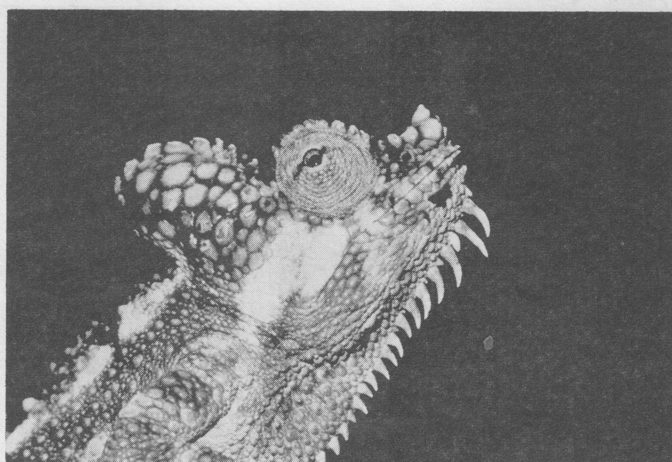
In veel delen van Afrika wordt de kameleon als medicijn gebruikt. Heeft men koorts, dan wordt die bestreden door het eten van een stukje gedroogd vlees van een kameleon. Ook doet men dat om de gevolgen van een slangebeet of een steek van een schorpioen te verlichten. In veel gebieden wordt de huid van een kameleon op open wonden gelegd, als een soort pleister. Bij sommige volkeren moeten vrouwen die geen kinderen hebben, jonge kameleons levend inslikken. Men gelooft dat ze dan zwanger kunnen worden. Voor hetzelfde doel mengt men ook wel gedroogd kameleonvlees en vleermuisvlees en geeft dit de vrouwen te eten.

Onderdelen van kameleons worden in allerlei liefdesdrankjes verwerkt, bijvoorbeeld de stevige hoorns die sommige soorten bezitten. Of die drankjes ook enig nuttig effekt hebben....

Kleurveranderingen

De kennis van de meeste mensen over kameleons is beperkt tot de "wetenschap" dat ze zich aan de kleur van de omgeving kunnen aanpassen. En dat is nou juist niet waar! De kleurveranderingen zijn een gevolg van wisseling in temperatuur, lichtintensiteit, gemoedstoestand en gezondheidstoestand.

Bijna alle soorten kameleons leven in struiken tussen groene bladeren. Zelf zijn de dieren doorgaans ook groenachtig van kleur. Dat kamoeflagepakje is echter een vorm van aanpassing die door de geologische geschiedenis heen is ontstaan. Zet men zo'n dier op de grond, bijvoorbeeld op warm woestijnzand, dan zal het na enkele minuten een bruinachtige kleur krijgen. Dat komt echter niet omdat de kameleon zich aan de omgeving aanpast, maar omdat temperatuur en lichtintensiteit toenemen. Zet men hetzelfde dier namelijk in de volle zon op groen gras, dan zal min of meer hetzelfde gebeuren. Toch is de ondergrond dan groen.



De kop van een volwassen vrouwtje van de Tweestreepkameleon uit Oost-Afrika. Het diertje wordt vijftien centimeter lang.

Een kameleon die schrikt, zal bruinwit gevlekt worden, ofschoon de omgeving een heel andere kleur kan hebben. Ontmoet het dier een rivaal, dan wordt het donkerder van kleur. En zo kunnen veel meer voorbeelden genoemd worden. Normaal zal een kameleon echter die kleur hebben die onder de gegeven omstandigheden voor hem het beste is en vaak is dat in overeenstemming met zijn omgeving. Beperkt licht en "lage" temperatuur bijvoorbeeld, een situatie die zich voordoet in het bladerdek van struiken en bomen, veroorzaken een groene kleur.

De huid van de kameleon is samengesteld uit verscheidene lagen. Daaronder liggen kleurstofcellen met rode, bruine en zwarte pigmentkorrels, die via uitlopers tot in deze lagen reiken. Door invloeden op het huidoppervlak van buitenaf (licht, warmte) of van binnenuit (opwinding, ziekte), worden die korrels op en neer bewogen in die huidlagen. Daardoor verandert de kleur van de kameleon. In Zuid-Afrika noemt men hem daarom "verkleur-mannetje". Wij zeggen van iemand die vaak van mening verandert: hij lijkt wel een kameleon. Het veranderen van kleur is trouwens ook van andere hagedissen bekend.

De kameleon op jacht

Vroeger dacht men dat de tong van een kameleon aan het uiteinde een of andere krachtige kleefstof had. Dat blijkt echter niet waar te zijn. Kameleons jagen bijna uitsluitend op insekten zoals sprinkhanen en vliegen. Die worden door een

supersnelle beweging met de tong omklemd.

Voordat we dieper op de jachttechniek ingaan, moeten we eerst iets zeggen over de ogen van de kameleon. Die hebben namelijk alles met het sukses van de jacht te maken. Bij het kijken naar een kameleon valt direkt op dat de dikke oogleden bijna helemaal over het uitpuilende oog gegroeid zijn. Alleen in het midden is een kleine, afsluitbare opening voor de pupil vrijgelaten. Nog meer trekt de aandacht dat de ogen onafhankelijk van elkaar bewogen kunnen worden. Een kameleon kan met het ene oog naar voren kijken om een prooi te zoeken en tegelijkertijd met het andere oog de omgeving achter zich in de gaten houden om een eventuele aanvaller te zien naderen. Mocht dat laatste gebeuren, dan laten sommige soorten zich pardoes vallen, terwijl andere enigszins hulpeloos wegspringen.

Wij mensen zien stereoskopisch. We zien een voorwerp niet alleen, we kunnen tegelijk ook de afstand tot dat voorwerp en de grootte ervan vaststellen. Dat komt omdat onze ogen aan dezelfde kant van ons hoofd zitten en beide tegelijk op hetzelfde voorwerp gericht worden. Bij de meeste dieren is dat anders; de ogen zitten aan de zijkanten van de kop en bekijken niet tegelijk hetzelfde gebied. Kameleons kunnen ook stereoskopisch zien. Zodra een insekt ontdekt is, worden beide ogen op het slachtoffer gefixeerd. Om de afstand tot de prooi en de grootte ervan vast te stellen, wordt de kop zachtjes heen en weer bewogen.

Zodra het insekt binnen schootsveld is gekomen, opent de kameleon langzaam zijn bek. De knotsvormige punt van de tong komt dan voorzichtig naar buiten. Als de sprinkhaan zich op dat moment verplaatst, dan moet de kameleon zijn vangapparaat opnieuw in stelling brengen. De kameleon brengt zijn tongpunt naar binnen en naar buiten en dan lijkt het alsof het dier aan het "belletjes blazen" is. Plotseling schiet de lange tong als een losgelaten veer naar buiten en feilloos wordt het niets vermoedende insekt gegrepen. Het uiteinde van de tong is vochtig, maar niet kleverig. Daarentegen is hij wel gespleten en de beide lobben worden om de buit gestulpt. Bij het terugtrekken van de tong zit de sprinkhaan stevig vastgeklemd en verdwijnt samen met de tong in de bek.

De tong zelf ligt niet opgerold in de bek, maar zit om het tongbeen geschoven. Men vergelijkt dat wel eens met "een afgezakte kous om een been". Door het spannen van de kringspieren en het ontspannen van de lengtespieren, kan het vangapparaat een flink eind naar buiten geschoten worden. Soms is de tong dan anderhalf maal zo lang als het lichaam van de kameleon zelf. Bij grotere soorten kunnen dus doelen tot dertig centimeter buiten de bek bereikt worden. Het afschieten en terugtrekken van dit "elastiek" over een afstand van cirka 15 centimeter duurt hooguit éénderde sekonde.

Uiterlijk

Een kameleon is een traag dier. Het verplaatst zich langzaam heen en weer wiegend over dunne takjes. De handjes en voetjes zijn hiervoor bijzonder geschikt. De geklauwde vijf vingers en tenen zijn in groepjes van twee of drie min of meer aan elkaar gegroeid en liggen tegenover elkaar. De handen en voeten kunnen daardoor een tak als een tangetje omklemmen (aan de handen zit een groep van twee vingers buitenwaarts gericht, aan de voeten een groep van drie tenen). Daarnaast bezit de kameleon nog een vijfde grijporgaan, zijn lange staart. Zowel bij het klimmen als bij het rusten wordt de staartpunt ergens omheen geslagen. Bij het schieten van een prooi hangt het dier soms alleen aan de staart. Als de staart niet wordt gebruikt, ligt hij als een horlogeveer opgerold. De meeste andere hagedissen kunnen een deel van de staart loslaten om aan een vijand te ontsnappen. Bij kameleons kan dat niet.

Het lichaam van een kameleon is sterk afgeplat en naar verhouding meestal vrij hoog. Er zijn soorten die in vorm en kleur op een blad lijken. Andere hebben op de kop groteske uitgroeisels of hoorns (soms wel drie of vier). Het is niet helemaal duidelijk waar die hoorns voor dienen, misschien om andere hagedissen te verdrijven, want de mannetjes houden er een eigen gebied (territorium) op na. Bij veel soorten is het lichaam nog met een kam of andere huidaangroeisels versierd. De grotere soorten lijken daardoor op de reuzenreptielen uit het geologische verleden.

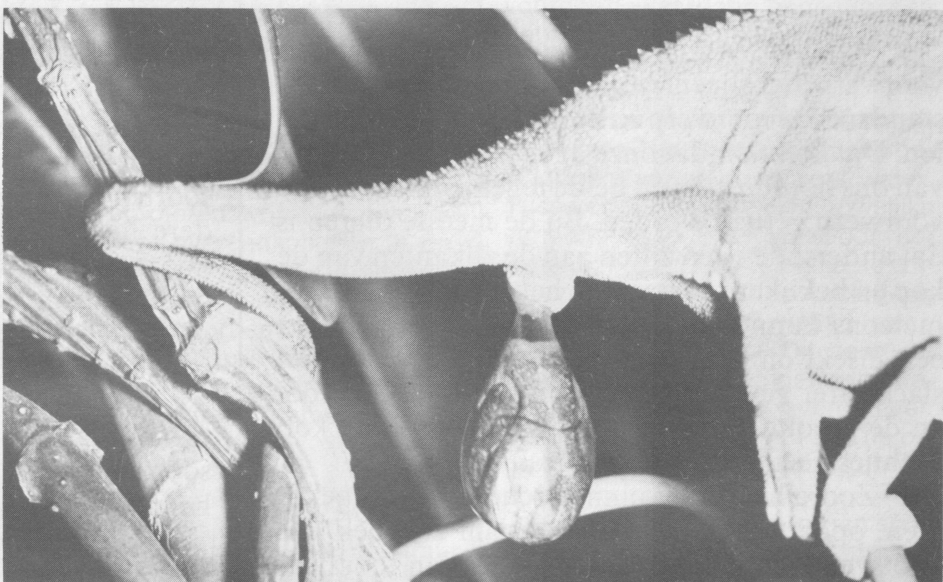
Hoewel kameleons zich niet agressief gedragen, zijn ze ook niet weerloos. Als een belager te dichtbij komt, wordt de van binnen felgekleurde bek opgengesperd en de keelhuid uitgezet. Bovendien wordt het lichaam door opblazen sterk vergroot, terwijl het angstige dier luid sist. Verdwijnt de vijand niet, dan worden korte, heftige aanvallen naar hem gedaan. Het gebit van een kameleon is echter maar zwak en echte verwondingen kan hij er niet mee toebrengen, behalve misschien de allergrootste soorten. In de meeste gevallen bestaat het hele schouwspel alleen uit "bluf". Voor een kleine aanvaller moet zo'n woest briesende kameleon er echter wel uitzien als een "woedend monster dat alles op zijn weg wil vermorzelen". De voorstelling eindigt dan ook meestal met de aftocht van de hongerige belager.

Voortplanting

Kameleons leggen eieren. Een vrouwtje graaft in losse grond een kuiltje, legt daarin een flink aantal eieren (afhankelijk van de soort tot zo'n veertig stuks) en dekt het geheel met grond toe. Het uitbroeden wordt verder aan Moeder Natuur overgelaten. Daarbij spelen temperatuur en vochtigheid van de grond een grote rol. Na een maand



De Tweestreepkameleon is een van de weinige zogeheten eierlevendbarende kameleons. Nog verpakt in een vlies verlaat het helemaal opgevouwen jong de kloaka van zijn moeder.



Als een druppel water valt het jong naar beneden. Zodra de druppel een tak of blad raakt, blijft hij daaraan kleven. Het jong begint dan direkt met pogingen uit zijn vlies te komen. Heeft het eenmaal één handje naar buiten gewerkt, dan grijpt dit wild om zich heen, totdat het houvast heeft. Daarna trekt het beestje zich uit het vlies.

of drie, maar bij sommige soorten na veel langere tijd, werken de jongen zich uit het ei. Er zijn enkele soorten kameleons die "eierlevendbarend" zijn. Dat betekent dat het jong zich in een ei ontwikkelt, maar dat het ei niet wordt gelegd, maar in het moederlichaam blijft. Deze soorten kameleons leven doorgaans in koele streken. Een voorbeeld is de Tweestreepkameleon (Chamaeleo bitaeniatus) die in de bergen van Oost-Afrika voorkomt.

Bij de geboorte zit de enkele centimeters grote kameleon nog verpakt in een doorzichtig vlies, de restanten van de eischaal. Vaak wordt dit vlies direkt door het jong verbroken. Daardoor lijkt het alsof het jong gewoon levend ter wereld komt.

Buitenbeentjes

Kortstaartkameleons vormen een afwijkende groep van kameleons. Ze horen tot het geslacht Brookesia en komen voor op Madagaskar en in Midden-Afrika. De ongeveer vijftien soorten zijn lang niet zo goed in het wisselen van kleur, gaan zonder grijpstaart door het leven, blijven erg klein en leven op de grond. Hun bruinachtige kleur en tekening maakt dat sommige soorten meer op een afgevallen boomblad dan op een hagedis lijken. Pas als ze bewegen, vallen ze op.

Advies

Koop nooit kameleons, hoe aantrekkelijk ze er bij de handelaar ook uitzien. In gevangenschap zijn ze moeilijk in leven te houden. Zelfs al geeft men ze een terrarium dat volledig op de leefomstandigheden in de vrije natuur is afgestemd en al hebben ze altijd voldoende voedsel, toch redden ze het dan niet. Op een bepaald ogenblik weigeren bijna alle dieren voedsel, zonder aanwijsbare reden. De gevolgen laten zich raden. Dit is ook de reden dat men in dierentuinen weinig kameleons aantreft, terwijl men er wel veel andere hagedissen kan zien. Als een "beroeps" er al niet aan begint, dan blijkt wel hoe moeilijk het is. Overigens zijn de soorten van Madagaskar in ons land beschermd onder de wet Bedreigde Uitheemse Diersoorten. Ze mogen dus ook niet verhandeld worden.

Louis Sonderegger

ZELF SUPERSNEL FOTOGRAFEREN

Een druppel valt in een bakje vloeistof.
We zien een soort kratertje ontstaan, gevolgd door kringen die zich in alle richtingen uitbreiden.
Ons oog ziet dit alles in een flits.
Wat er werkelijk gebeurt, ontgaat ons.
Met supersnelle fotografie kunnen we het hele proces vastleggen.

Alle foto's van de schrijver

Het opspatten van een druppel in een vloeistof is een proces dat zich in een fraktie van een sekonde voltrekt. Om dit op de foto vast te leggen, wordt gewoonlijk een "high speed" kamera gebruikt. Zo'n kamera kan een zeer groot aantal opnamen per sekonde maken. Twintig miljoen beeldjes per sekonde zijn al haalbaar! Er is echter een veel eenvoudiger manier om het proces te fotograferen. Die manier is geen echte "high speed" fotografie; het resultaat is bij sommige onderwerpen echter helemaal vergelijkbaar.

Bij de fotoseries die hier afgebeeld zijn, heb ik een stroboskoop-flitser gebruikt. Dat is een flitser die een aantal flitsen per sekonde kan afgeven. Het

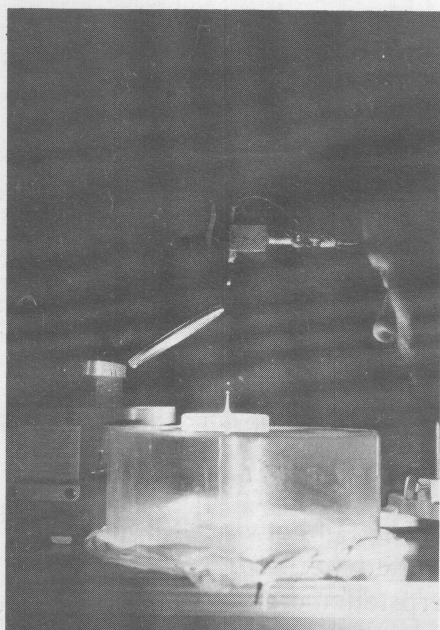


Foto 1. Om het opspatten van een vallende druppel te fotograferen, richten we de stroboskoop (of de elektronenflitser) op de plek waar de druppel neervalt.

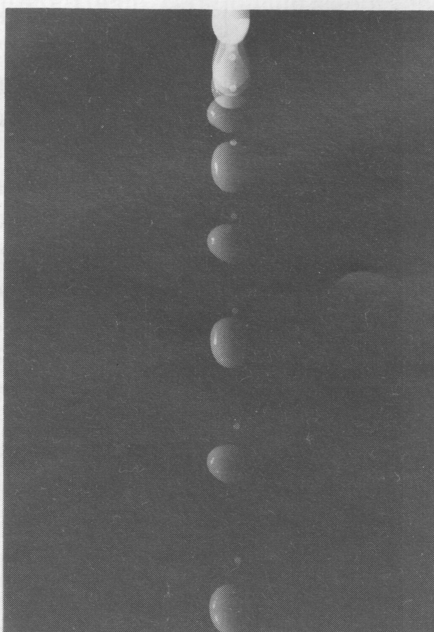


Foto 2. Wanneer we de vorming van een vallende druppel fotograferen, zien we een grote en een heel kleine druppel ontstaan. Hier is zo'n vallende druppel een aantal malen snel na elkaar belicht.

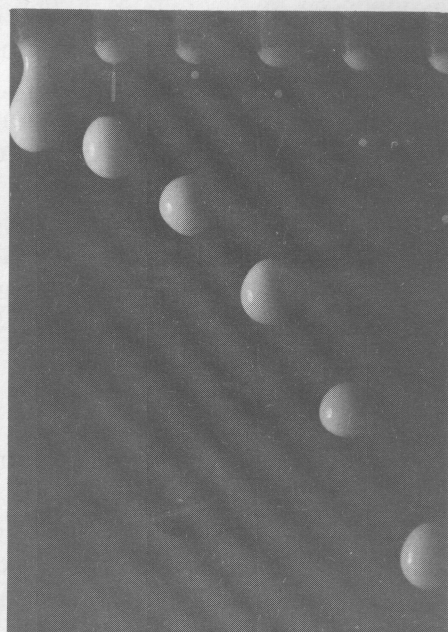


Foto 3. Wat er precies bij de vorming van een druppel gebeurt, zien we als we tijdens de opname de kamera naar rechts verschuiven.

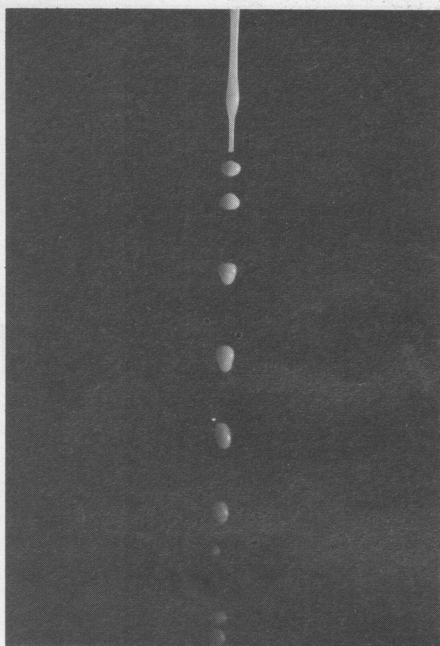


Foto 4. Wanneer een dun straaltje melk opbreekt, ontstaat een druppel die grillig van vorm is. Bovendien ontstaat ook een klein druppeltje. Voor deze opname is met een vaste kamera-opstelling een aantal malen snel na elkaar belicht.

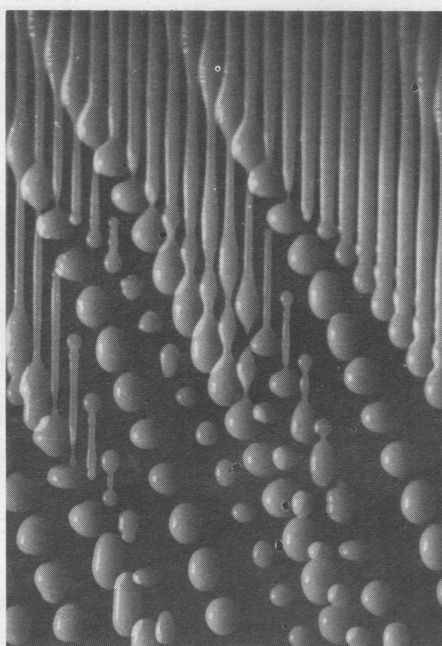


Foto 5. Om te zien wat er precies gebeurt bij het opbreken van een straaltje melk, bewegen we de kamera tijdens de opname weer naar rechts. Zo'n foto kan alleen gemaakt worden met een supersnel flitsende stroboskoop (25.000 flitsen per minuut).

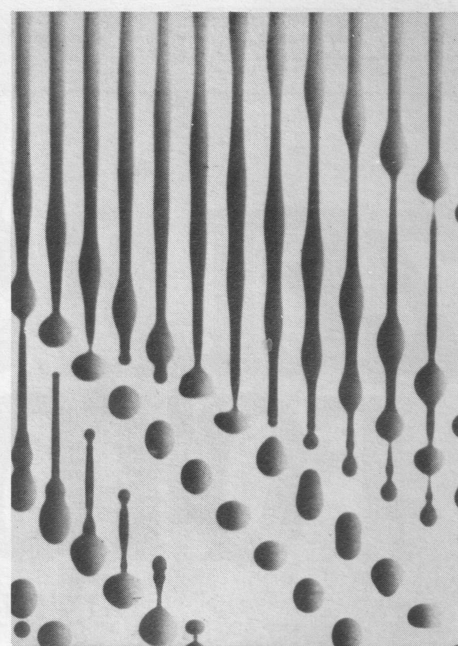


Foto 6. Hetzelfde proces als in foto 5, maar nu is tijdens de opname de kamera sneller naar rechts bewogen. Daardoor wordt nog duidelijker wat zich precies afspeelt. Een kontaktafdruk geeft een fraai grafisch effekt.

is echter ook mogelijk deze foto's met een normale elektronenflitser te maken. Een dergelijke flitser kan een zeer korte flits afgeven, waardoor bewegingsonscherpte wordt voorkomen.

De afgebeeld fotoseries zijn ontstaan door samenvoeging van aparte opnamen. Elke foto is dus van een andere druppel. Omdat het proces van opspatten zich steeds exakt herhaalt, geven deze foto's een getrouw beeld van het verloop van het opspatten.

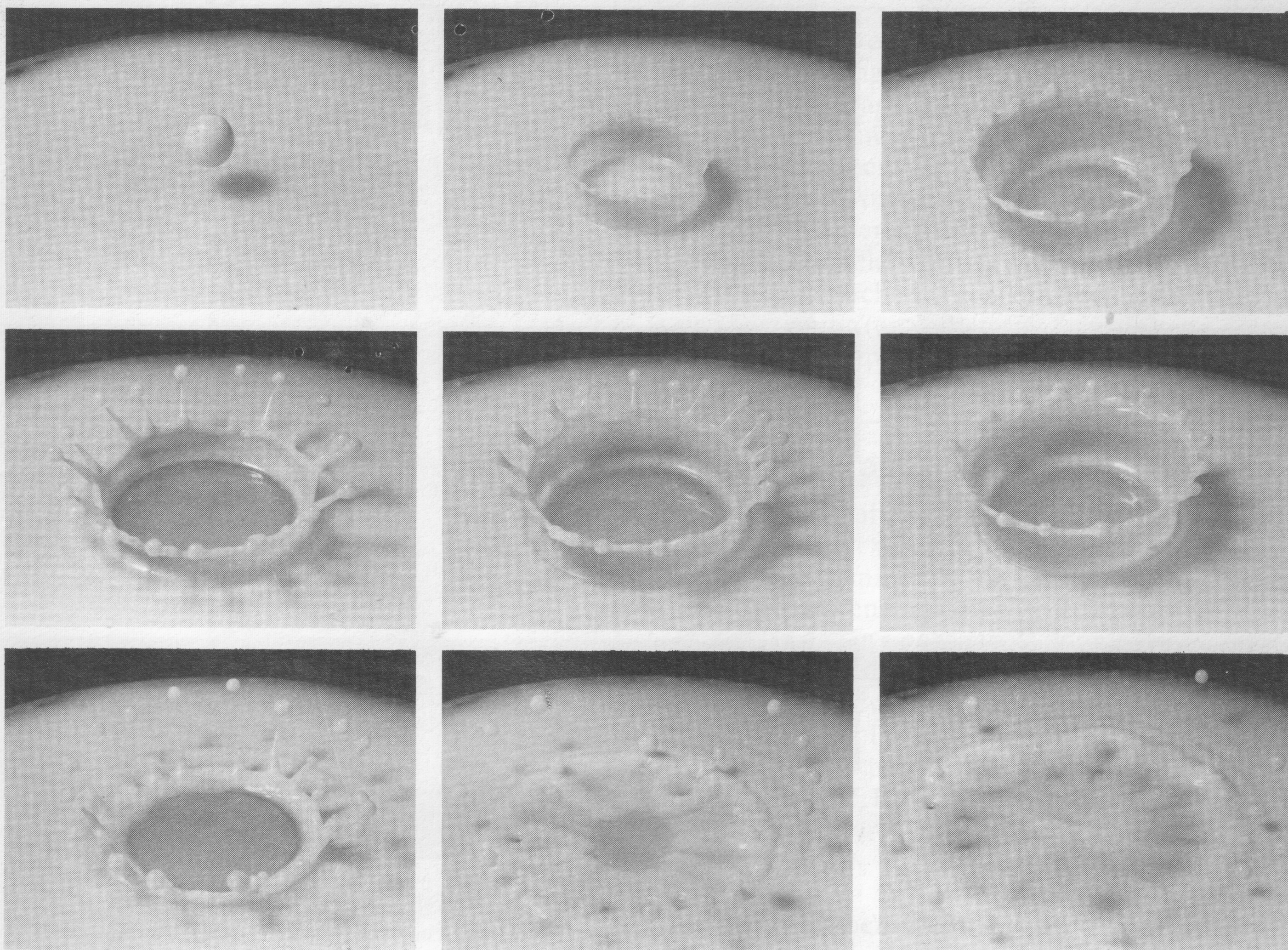
Het probleem bij het fotograferen is te bepalen op welk moment precies we de opname moeten maken. We kunnen wel steeds op de gok een foto maken, maar dat kost teveel film. Bij de hierna te beschrijven methode ga ik uit van het gebruik van de stroboskoop als flitser. Waar nodig zijn opmerkingen gemaakt voor het gebruik van een elektronenflitser. Voor de opnamen beveel ik een spiegelreflex-kamera met makrolens, of standaardobjektief met tussenringen, aan. Als film gebruikte ik een 125 ASA/22 DIN film.

Werkwijze

Allereerst is een konstante stroom van vallende druppels nodig. Zelf gebruik ik melk om het kontrast te verhogen. In een grote bak giet ik een laagje melk. Over de rand hang ik een ventielslangetje of een draadje wol. Het uiteinde van het slangetje of het draadje moet lager hangen dan het melkoppervlak. Als we even aan het uiteinde van het slangetje zuigen, begint er een konstante stroom melk uit de slang te lopen. Het woldraadje raakt met melk doordrenkt en begint dan te druppelen. Hoe lager het uiteinde, dus hoe groter het verschil tussen vloeistofoppervlak en uiteinde, des te sneller druppelt de melk uit de slang of van het draadje. Voor het draadje geldt bovendien dat de melk sneller druppelt naarmate het draadje dikker is. Op deze manier zorg ik ervoor dat er ongeveer twee druppels per sekonde vallen.

De flitser wordt nu ingesteld op twee flitsen per sekonde. Doordat de stroboskoop nu met dezelfde frekwentie flitst als waarin de druppels vallen, wordt elke druppel op dezelfde hoogte belicht. Het is duidelijk dat hiervoor de rest van de ruimte verduisterd moet worden. Door de stroboskoop te verdraaien, kunnen we de druppel laten "bewegen". In de beschreven opstelling belichten we achtereenvolgende druppels op steeds dezelfde hoogte. Het lijkt daardoor alsof er één druppel stilhangt. Als de stroboskoop sneller flitst, wordt elke volgende druppel iets eerder belicht en lijkt het alsof de druppel omhoog beweegt. Door de stroboskoop trager te laten flitsen, kunnen we de druppel omlaag laten bewegen.

De druppels laten we op een glasplaat of in een dunne laag vloeistof vallen (zie foto 1). Daar spatten ze weer op en dat willen we fotograferen. De kamera stel ik nu exakt scherp op het punt waar de druppels de glasplaat of het vloeistofoppervlak raken. Door de kleine scherptediepte van de makrolens is het scherpstellen erg belangrijk! De kamera wordt voorzien van een film en ingesteld op diafragma 22, belichtingstijd 0,5 sekonde. Het kleine diafragma zorgt ervoor dat de foto's toch voldoende scherptediepte krijgen zonder teveel kontrast te verliezen. Een groter diafragma verhoogt



Een druppel melk valt van twintig centimeter hoogte op een glasplaat met daarop een dun laagje melk, en spat uit elkaar. De hele gebeurtenis speelt zich af in 0,3 sekonde.

het kontrast wel, maar de foto's worden daardoor voor- en achterin onscherp. De belichtingstijd is zo gekozen omdat de druppelaar, en dus ook de stroboskoop, in dezelfde frekwentie zijn ingesteld.

Bij het indrukken van de ontspanknop gaat nu de sluiter van de kamera gedurende een halve sekonde open. Binnen deze halve sekonde flitst de stroboskoop precies één keer en wel op het moment dat we van te voren hebben ingesteld. Omdat we met de stroboskoop de druppel kunnen "besturen", kunnen we het opspatten vastzetten op elk gewenst punt. Ik zorg er bijvoorbeeld voor dat de stroboskoop steeds dan flitst als de druppel de vloeistof net raakt. Ik hoef dan alleen maar de sluiter te openen en de belichtingstijd van een halve sekonde zorgt ervoor dat slechts één flits opgenomen wordt. Ik wil er bij het fotograferen wel voor zorgen dat elk deel van het proces vastgelegd wordt.

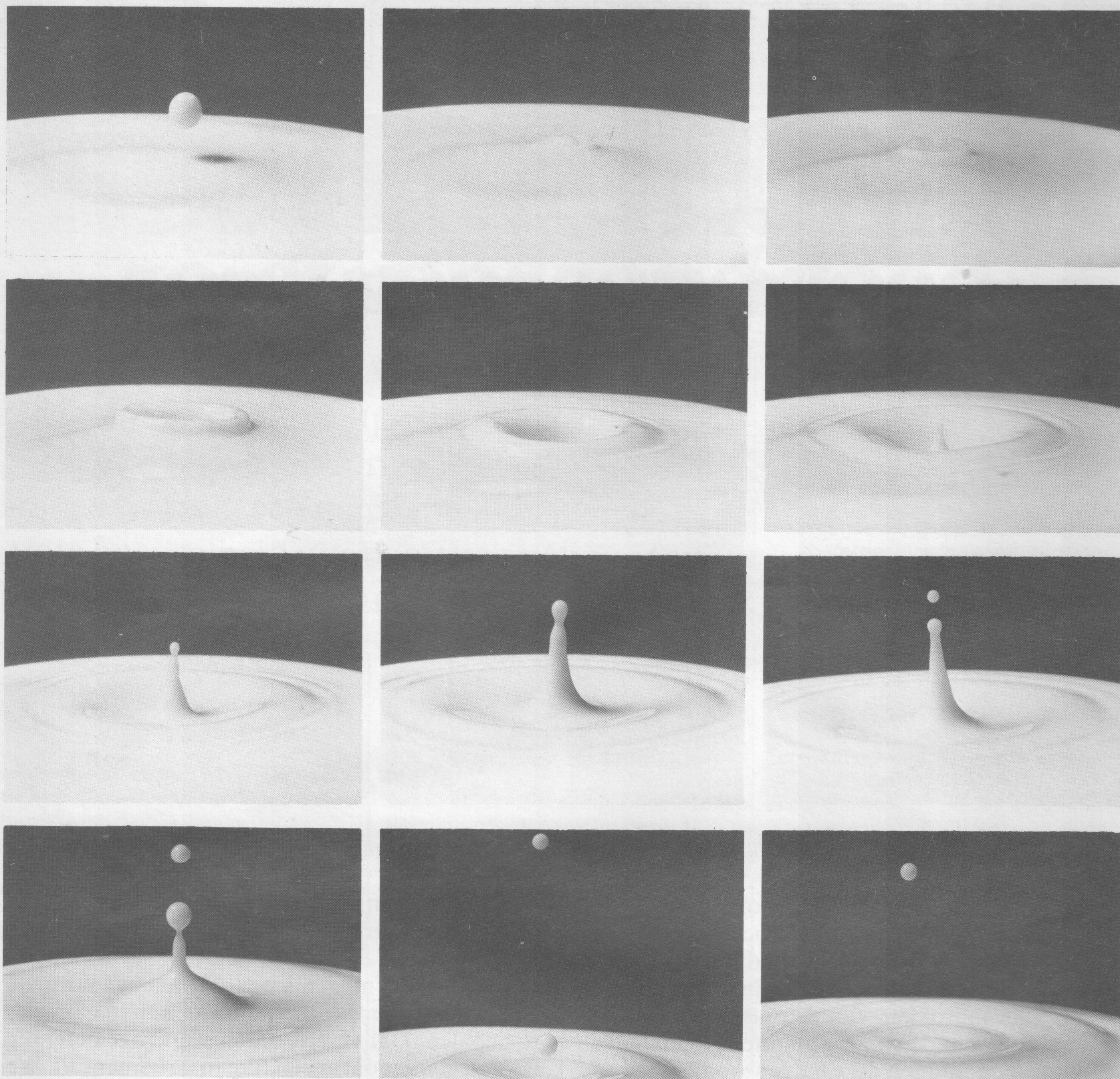
Werken met elektronenflitser

Als we een elektronenflitser gebruiken, is het bepalen van het moment van opname iets lastiger. Door de konstante stroom druppels kan er echter vrij weinig misgaan als we op de gok zouden fotograferen. Vlak nadat één druppel is weggespat, is de volgende al weer in beeld. Eventueel kan de snelheid waarin de druppels vallen, nog worden opgevoerd. Hierbij fotograferen we echter nog op de gok.

Het blijkt mogelijk om ook met een normale elektronenflitser het moment van opname precies te bepalen. Dat vereist echter wel enige oefening vooraf, zonder dat er een film in de kamera zit. We zetten de kamera op een belichtingstijd van 1/125ste sekonde of op de instelling voor het flitsen. Doordat we een konstante stroom druppels hebben, kunnen we het moment van fotograferen bepalen door af te gaan op het geluid van de vallende druppels of door op het oog te schatten. We kunnen nu namelijk wegens de veel kortere tijd dat de sluiter open staat, rustig een niet te felle lamp aan hebben. Daardoor kunnen we zien wanneer er een druppel valt.

Door eerst wat te oefenen kunnen we later exakt bepalen wanneer we de opname moeten maken. Elke keer als er geflitst wordt, kunnen we het resultaat al zien. In de flits zien we de druppel hangen of kunnen we bijvoorbeeld de opspatting zien, en aan de hand hiervan het moment van opname vervroegen of vertragen.

Het is nuttig eerst een film op proef vol te schieten. Daarbij proberen we verschillende instelmogelijkheden, om zo tot een optimaal resultaat te



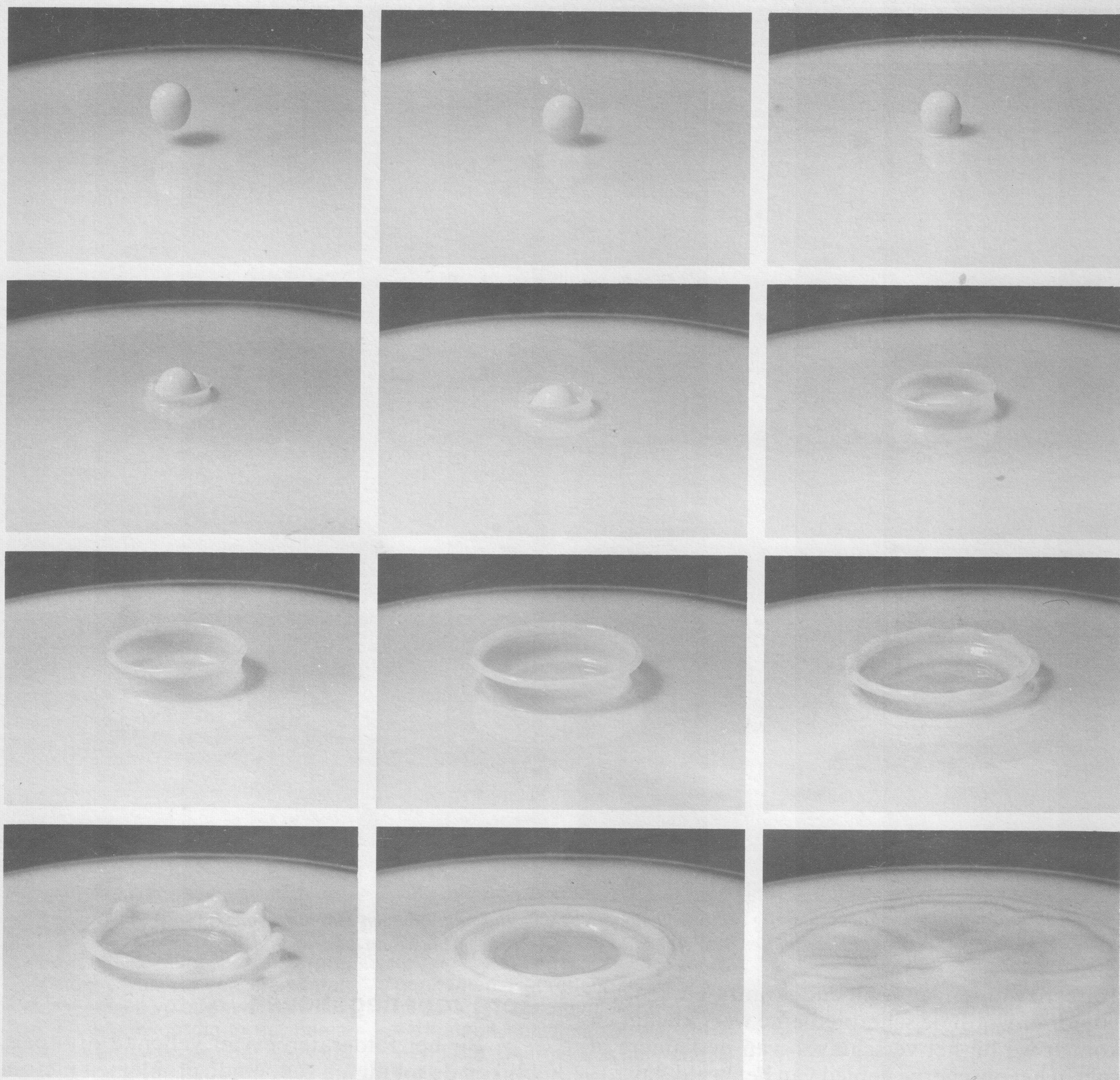
Als we een druppel in een bakje melk laten vallen, en niet in een heel dun laagje melk, krijgen we dit zuileffekt. De valhoogte bedroeg vijftien centimeter en de totale gebeurtenis duurde 0,3 sekonde.

komen. Het is belangrijk daarvan aantekeningen te maken, zodat we later weten wat we hebben gedaan. Elke verandering van opstelling heeft andere resultaten tot gevolg. Hoe groter de valhoogte, des te feller is de opspatting. Een andere diafragmakeuze heeft een ander kontrast en andere scherptediepte tot gevolg. Het is niet mogelijk een standaard-instelling te geven voor een goed resultaat. Elke flitser heeft een andere lichtopbrengst; ook de afstand van de flitser tot het onderwerp is van invloed. De proeffilm is dan ook bedoeld om de juiste instelling te vinden, waarbij scherptediepte en kontrast optimaal zijn.

Bij de opstelling gebruik ik verder nog een zwarte doek als achtergrond, zodanig geplaatst dat deze niet door de flitser belicht wordt. Voor een elektronenflitser is dit niet per se nodig, maar de opnamen worden met zo'n doek wel mooier. Voor de kamera zet ik een glasplaat om hem te beschermen tegen melkspatten. Voor een optimaal kontrast is het noodzakelijk de flitser zo dicht mogelijk bij de opspattende druppel te zetten, eventueel met behulp van een flitskabel. Belichten we bovendien van de zijkant, dan heeft dat het voordeel dat de diepte in de foto door de schaduwwerking toeneemt.

Vorming van de druppels

Tijdens het maken van de series van vallende druppels ontdekte ik dat een druppel na zijn vorming niet onmiddellijk volmaakt rond is, maar eerst een driedimensionale trilling ondergaat. Daarnaast bleek nog een klein bijdruppeltje ge-



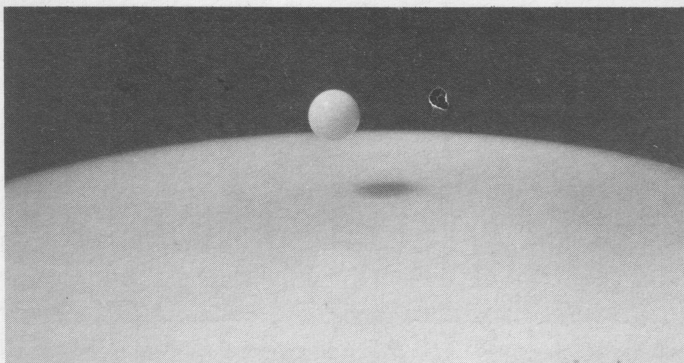
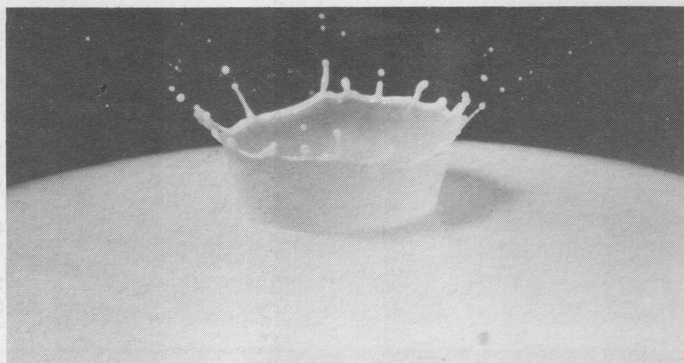
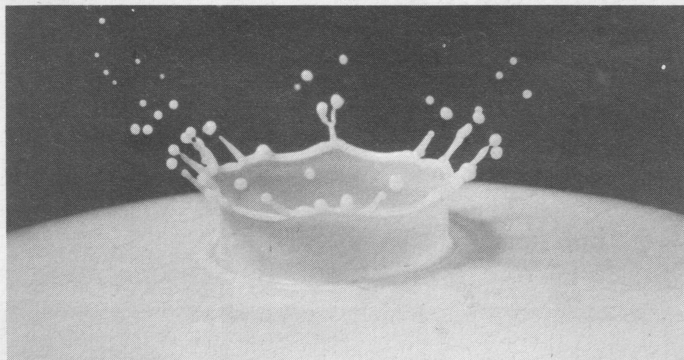
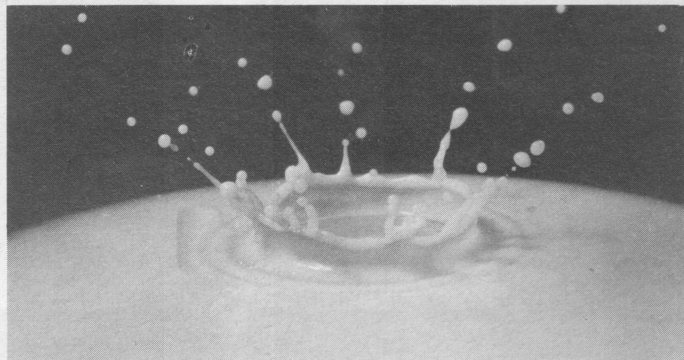
Een druppel melk valt van tien centimeter hoogte op een glasplaat met een dun laagje melk. Het opspatten verloopt door de kleinere valhoogte minder fel dan bij de hoogte van twintig centimeter.

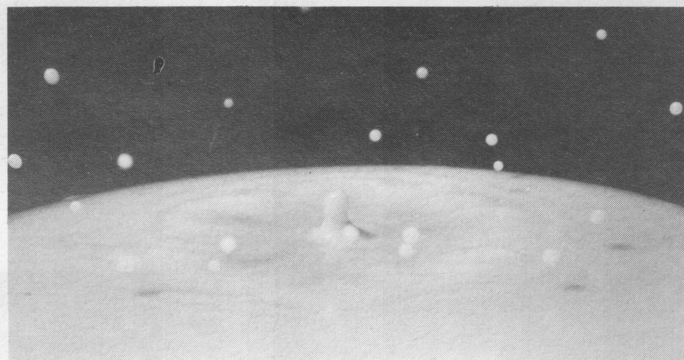
vormd te worden. Om dit proces vast te kunnen leggen, heb ik allereerst een foto gemaakt waarbij de druppel tijdens de vorming en het vallen meermalen door de stroboskoop werd belicht. Duidelijk is hierop ook het bijdruppeltje te zien (foto 2). Niet zichtbaar is echter hoe het bijdruppeltje gevormd wordt, of bij welke grotere druppel het kleine druppeltje hoort. Om dit zichtbaar te maken, heb ik nogmaals deze opname gemaakt, maar nu tijdens het belichten de kamera met een konstante snelheid langs de plaats van vorming verschoven. Hierdoor worden de verschillende beeldjes niet over elkaar, maar naast elkaar afgebeeld (foto 3). We zien nu niet alleen hoe het druppeltje wordt gevormd, maar ook de invloed van de zwaartekracht op beide druppels.

Opbrekende melkstraal

Behalve het opspatten en de vorming van een druppel, wilde ik het opbreken van een straal melk proberen te fotograferen. In eerste instantie heb ik daarvoor een aantal afzonderlijke opnamen gemaakt van het punt waarop de straal melk opbreekt in "losse" druppels (zie foto 4). Hieruit bleek al de grilligheid van de druppels die op deze manier gevormd worden. Ook dit proces wilde ik op zo'n manier fotograferen dat duidelijk te zien is wat er precies gebeurt.

Voor een goed resultaat bleek het nodig de stroboskoop op de maximale flitssnelheid van 25.000 flitsen per minuut te zetten. Door dit hoge aantal flitsen neemt de lichtintensiteit echter sterk af. Er moet dan met een groot diafragma gefoto-



Een druppel melk valt van dertig centimeter hoogte op een glasplaat met een dun laagje melk. Daardoor verloopt het opspatten naar verhouding erg fel en een mooie kroon is het resultaat.

grafeerd worden om voldoende kontrast te krijgen. Hierdoor wordt de scherptediepte weer kleiner en komen we bij het verschuiven van de kamera al snel in het onscherpe gebied van het beeldvlak.

Op de foto's 5 en 6 is goed te zien wat er gebeurt als de melkstraal zich opsplitst. Net als bij de druppelvorming krijgen we eerst een afsnoering te zien waardoor de afzonderlijke druppels worden gevormd. De dunne verbindingsstraaltjes vormen zelf ook kleinere afzonderlijke druppels die echter door hun kleinere snelheid door de grotere druppels worden opgenomen. Gefotografeerd werd met diafragma 3,5; dat is het grootst mogelijke diafragma van de gebruikte makrolens. Het afgebeelde proces duurt slechts 0,06 sekonde, hetgeen betekent dat de kamera bij de opname met grote snelheid langs het onderwerp bewogen moet worden. Bij zo'n grote snelheid is het niet erg moeilijk de beweging konstant te houden. Elke afzonderlijke straal is belicht met een belichtingstijd van 0,00001 sekonde.

Zorg voor negatieven

Bij het fotograferen van vallende druppels blijken de tot nu toe genoemde problemen niet zo groot dat ze het plezier van het fotograferen ontnemen. Moeilijker is het gebleken om stof- en krasvrije negatieven te krijgen. Door het sterke kontrast zijn de foto's erg gevoelig voor ongerechtigheden. Als toch nog stofjes op de foto zichtbaar zijn, kunnen deze vrij eenvoudig met zwarte oostindische inkt worden weggestipt. Als het fotograferen van melk goede resultaten oplevert, kunnen we overstappen op bijvoorbeeld water. Door de kleinere viskositeit geeft water andere patronen te zien.

Dank aan de natuurkunde docenten en de audio-visuele afdeling van de Stichting Opleiding Leraren in Utrecht voor hun medewerking aan het tot stand komen van de fotoresultaten.

De stroboskopen die voor het beschreven projekt werden gebruikt, waren niet al te nieuw meer. Ze hebben rond 300 gulden gekost. In de handel zijn stroboskopen verkrijgbaar voor prijzen van rond 300 tot rond 800 gulden. Vooral scholieren kunnen echter proberen via hun school een stroboskoop te lenen. Veel scholen hebben zo'n ding in hun bezit. Het beste is kontakt op te nemen met de leraren natuurkunde.

De Nederlandse Vereniging voor Ruimtevaart heeft twee brochures uitgebracht over de Space Shuttle en het Spacelab. Brochure R8301 telt 16 bladzijden en geeft heel in het kort informatie over de Space Shuttle, over het Spacelab en over de eerste vluchten met dit ruimtelaboratorium. Het boekje kost ƒ 1,90.

Brochure nr. 4 telt 56 bladzijden en is uitvoeriger in zijn informatie dan de kleine brochure. De voornaamste uitbreiding is een verslag van de eerste vijf Shuttlevluchten. Deze brochure kost ƒ 6,90.

Bij de prijs van beide brochures zijn de verzendkosten inbegrepen. De brochures kunnen besteld worden door het betreffende bedrag over te maken op giro 3588078 ten name van penningmeester NVR, Utrecht onder vermelding van Space Shuttle/Spacelab en brochurenummer.

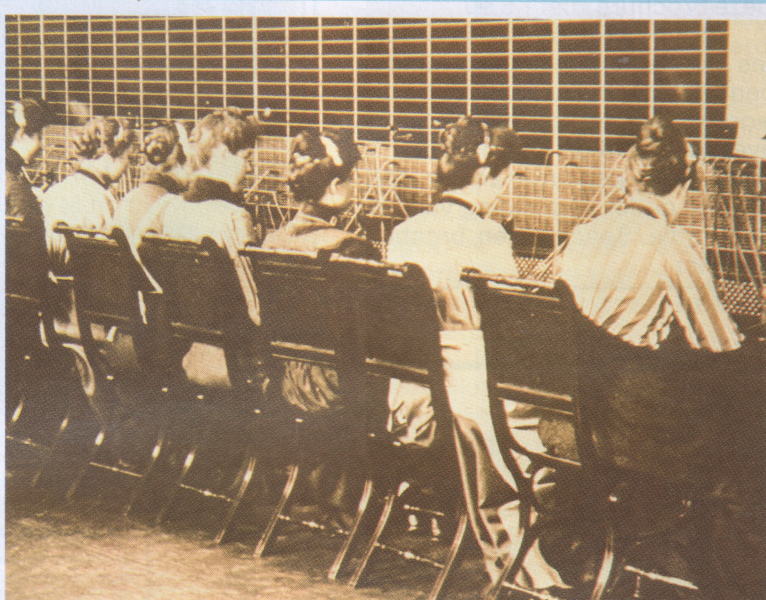
Siso kode 668.2

C. Steijger

Van schreeuwen naar teletekst



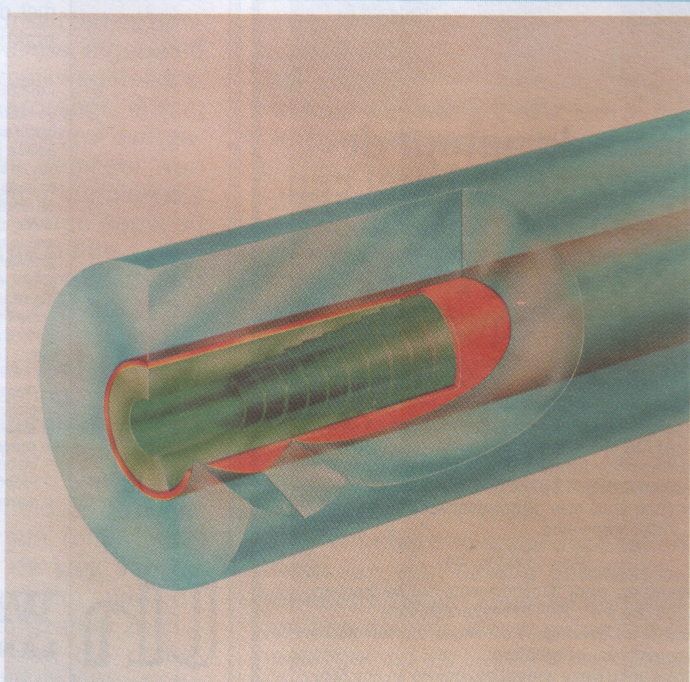
De telefoon wordt uitgevonden. Het is 1876.



Binnen enkele jaren waren de eerste telefooncentrales in bedrijf. De operatrices verwerkten alle gesprekken "handmatig".

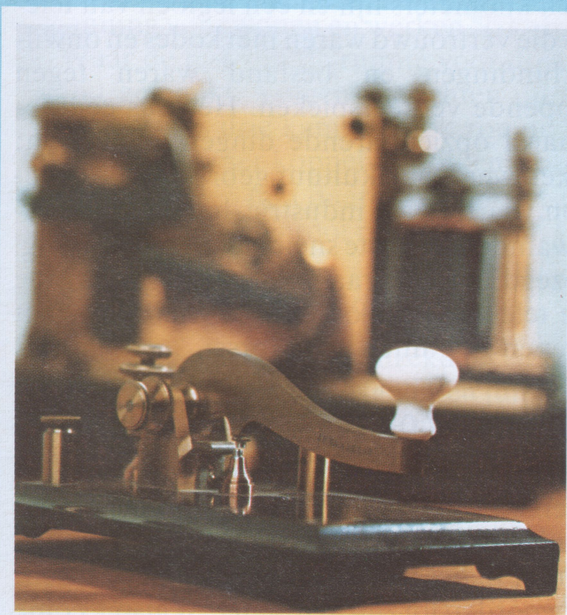


Straalzenders vangen elkaars mikrogolf-signalen op en zenden die versterkt weer door. Zo worden in een oogwenk grote afstanden overbrugd.

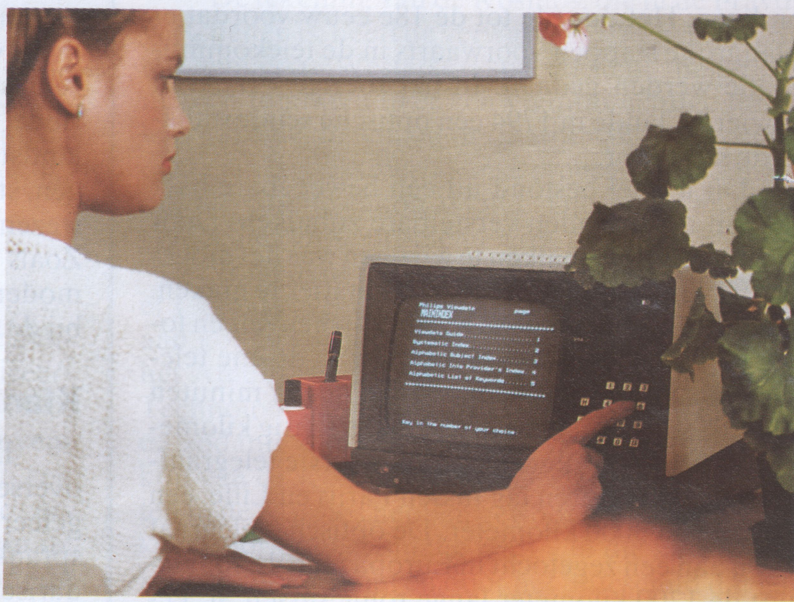


De glasvezel is een staafje glas dat uit honderden dunne glas laagjes is opgebouwd. De informatie wordt in de vorm van lichtpulsjes, tot zo'n 140 miljoen per sekonde, overgebracht.

Onze wereld kan niet meer zonder de moderne kommunikatiemiddelen. Kommunikatie is onmisbaar in de ontwikkeling van landen. Daarom riepen de Verenigde Naties 1983 tot het jaar van de kommunikatie uit. Wat gebeurde er allemaal tussen schreeuwen en teletekst?



Een seinsleutel, symbool van het begin van de moderne telekommunikatie.



De moderne kommunikatiemiddelen en komputergeheugens vol informatie leveren ons een snelle toegang tot grote hoeveelheden gegevens.

"De over de aardbol gespannen telegraafdraden zijn de harpsnaren, waarop het bruisende lied der menselijke beschaving wordt gespeeld". Dat zijn de filosofische woorden over de telegraaf die de Duitse schrijver Arthur Fürst aan het begin van deze eeuw sprak. Hij kon toen nog niet weten dat nu, bijna 150 jaar na de uitvinding van de telegraaf door Samuel Morse, de telegraafdraden plaats hebben gemaakt voor moderne telekommunikatie-middelen. Geen harpsnaren meer, maar onzichtbare wereldwijde kommunikatienetwerken, komputers en satellieten. Middelen waarop wij thans ons "bruisend lied" spelen.

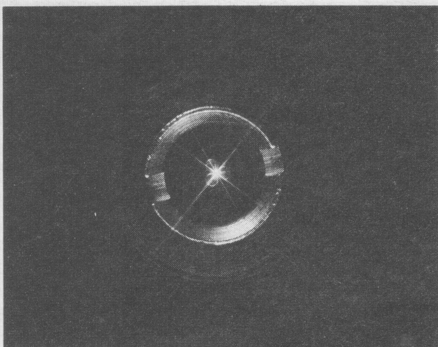
Overwinning van afstand

Kommunikatie is zo oud als de mensheid zelf; juist in deze tijd waarin het begrip kommunikatie een welhaast magische betekenis heeft gekregen, is het maar moeilijk voorstelbaar dat er ooit een tijd is geweest waarin kommunikatie slechts kon bestaan bij de gratie van de menselijke stem en het gehoor. Maar met spreken of zelfs door te schreeuwen kunnen slechts korte afstanden worden overbrugd. Voor de kommunikatie op afstand, de telekommunikatie, zijn hulpmiddelen nodig. Dank zij de menselijke vindingrijkheid kwamen die hulpmiddelen er ook. Hoe primitief ze in het begin ook waren, ze versnelden de berichtgeving en overbrugden grotere afstanden. Trommels deden berichten door het oerwoud snellen. Bij de roepposten van Xerxes (vijfde eeuw vóór Chr.), tijdens de Grieks-Perzische oorlog, gaven geoefende krachten het bericht van man tot man door, terwijl aan de andere kant van de oceaan Indiaanse rooksignalen waarschuwden voor gevaar of een blijde boodschap brachten.

De tijd overwonnen

Toch vergingen er eeuwen met weinig of geen echte ontwikkeling, al hielden velen zich bezig met het bedenken van systemen om de snelheid van de berichtgeving op te voeren. Duidelijke nieuwe uitvindingen werden niet gedaan, hoewel zeker legers en vloten gebruik hebben gemaakt van klank- en licht-middelen, zoals schoten, rook, heliografen en vooral vlaggen.

Het waren altijd voorzieningen voor de mili-



Een blik recht in een glasvezel. De supersnel pulserende lichtbundel is de drager van de informatie.



Informatie raast met de snelheid van het licht via kommunikatiekunstmanen rond de Aarde. Nu zijn nog grote ontvangstinrichtingen nodig, straks kunnen we ook met kleine antennes het signaal opvangen. Foto COI, London

taire operaties en ze reikten nergens over de horizon heen. Het duurde tot de 18e eeuw voordat er belangrijke stappen voorwaarts in de telekommunikatie werden gedaan. In het roerige Frankrijk ontwierp Claude in 1794 een optische seininstallatie, de semafoor.

Dit toestel bestond uit een beweegbare balk met aan de uiteinden verstelbare zijbalken. Door de posities van de balken te wijzigen was het mogelijk 196 verschillende tekenkombinaties te maken. Deze telegraafinstallaties werden op heuvels en torens geplaatst, altijd zodanig dat van de ene telegraaf de andere zichtbaar was. In negen minuten kon op deze manier een afstand van vijftig kilometer worden overbrugd. 's Werelds eerste telegraafroute met semaforen lag tussen Parijs en Lille, een afstand van 3000 kilometer. De optische telegraaf begon aan een zegetocht in Europa met als hoogtepunt de 1200 kilometer lange route tussen St. Petersburg en Warschau.

Moderne telekommunikatie wordt geboren

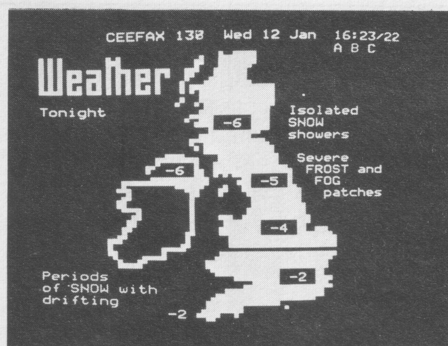
De zachte tik van een seinsleutel ver weg in Washington was echter voldoende om de machtige netwerken van semaforen in luttele jaren weg te vagen. De Amerikaanse uitvinder Samuel Morse opende in 1837 met een revolutionaire uitvinding het tijdperk van de moderne telekommunikatie. Hij kwam toen met het morsetoestel. Daarmee konmen via een kode van punten en strepen, die middels elektrische stroompjes over een grote afstand zichtbaar konden worden gemaakt, berichten overbrengen. De moderne telekommunikatie was geboren. Afstanden vormden geen onoverkoombare obstakels meer, zelfs water was geen barrière.

Als één van de grootste prestaties in de geschiedenis van de telekommunikatie geldt de aanleg van de transatlantische telegraafverbinding. De overwinning op de Atlantische Oceaan was in 1866 een feit. Voortaan konden telegraafsignalen ononderbroken van kontinent naar kontinent snellen. In 1875 was er al een wereldwijd telegraafnet met tienduizenden telegraafkantoren, honderdduizenden kilometers lijn en een legioen van telegrafisten die vertrouwd waren met kodes en onwillige verbindingen en bestand waren tegen zenuwslopende verkeerspieken. Het was een periode waarin opzienbarende dingen gebeurden: landstreken werden in kultuur gebracht, spoorwegen, stoomvaart, zware industrie, handel en bankwezen kwamen met grote snelheid tot ontplooiing. Zoals gezegd, de telegraaf was het begin van de moderne telekommunikatie. Maar het bleef niet bij de strepen en punten van Morse...

Klanktelegraaf en draadloze telegrafie

De wens naar de "klanktelegraaf" voor het overseinen van geluid en gesproken woord zette geleerden aan het denken. In 1876 sprak een spraakleraar in het Amerikaanse Boston de legendarische woorden tot zijn assistent: "Watson, come here, I want you". Docent Alexander Graham Bell zei dit via een allegaartje van draden, hoorntjes, bakjes verzuurd water en spoelen: de telefoon. Dit technisch samenstel in zijn zo eenvoudige uitvoering stond model voor onze huidige telefoon. Nu, meer dan honderd jaar later, is de telefoon op ruim 500 miljoen plaatsen een normaal gebruiksvoorwerp geworden.

De belangrijkste bestanddelen van de telekommunikatie waren telegrafie en telefonie geworden. Voor beide technieken waren echter koperen kabels nodig om de verbinding tussen -vaste- punten tot stand te brengen. Een oplossing voor dit probleem werd gevonden door de jonge Italiaanse ingenieur Guglielmo Marconi, die aan het eind van de vorige eeuw de technische wereld versteld liet staan. Bij zijn vinding draaide alles om radiogolven. Hij was erin geslaagd elektrische golven op te wekken, uit te zenden en te gebruiken om aan de ontvangstzijde morse-seinen op te tekenen of een toon in de telefoon te verwekken. Hij noemde zijn vinding "draadloze telegrafie". Nu was ook kommunikatie mogelijk als de afstand tussen de kommunicerende partijen niet gelijk bleef, bijvoorbeeld tussen de wal en schepen op zee en tussen schepen onderling.



Teletekst is een nog nieuwe manier van informatieverschaffing. Hier een teletekst-weerkaart zoals die door de BBC in Engeland wordt gepresenteerd. Foto LPS



Een proef met beeldtelefoon in Berlijn. Gaan we straks met elkaar praten via het beeldscherm? Foto Siemens



Voor de kinderen van nu zijn de moderne kommunikatiemiddelen "gewoon". Zij groeien er spelenderwijs mee op.

Van koperkabel naar satelliet

Voor het transport van telegraaf- en telefoniesignalen waren nu twee wegen beschikbaar: de kabelverbinding en de draadloze verbinding. De oorspronkelijke transportweg voor de telegrafie en telefonie, de bovengrondse lijn was kwetsbaar en werd gaandeweg vervangen door ondergrondse kabels. Voor de telegrafie zijn bovengrondse en ondergrondse kabels zondermeer toepasbaar. Voor het transport van telefonie-signalen bleek echter dat er wegens de optredende signaalverzwakking -vooral op lange trajekten- versterkers nodig waren. Daar kwam nog bij dat voor één verbinding (telefoongesprek maar ook de telegraafverbinding) telkens één aderpaar nodig was. Een groot nadeel. Immers, bij het groeien van het aantal verbindingen, groeide de dikte van de kabel.

In 1918 werd het mogelijk meer dan één telefoongesprek over één aderpaar te vervoeren: de draaggolftechniek deed zijn intrede. Bij de draaggolftechniek worden radiogolven gebruikt, waarbij de kabeladers dienst doen als ether.En dit dan zodanig, dat die namaak-ether als voortdrager van talrijke, gelijktijdige telefoongesprekken kan worden gebruikt, zonder dat deze gesprekken elkaar de "weg versperren" of zelfs onderlinge storingen veroorzaken. Het summum op dit gebied zijn de zogeheten koaxiale kabelsystemen. De koaxiale kabel bestaat uit een metalen buis met binnengeleider. Door zo'n buis, met een diameter van nog geen centimeter, kunnen ruim 10.000 telefoongesprekken gelijktijdig worden overgebracht. En wat te denken van de glasvezel met licht als de drager van de informatie; over één vezel dunner dan een mensenhaar kunnen liefst 1920 gesprekken gelijktijd gevoerd worden.

Wordt in onherbergzame gebieden het leggen van kabels een kostbare zaak, dan bieden straalzenderverbindingen een uitkomst. Straalzenders zijn radiozenders die een gebundeld en nauwkeurig gericht (mikrogolf) radiosignaal uitzenden dat op het volgende station wordt ontvangen en versterkt weer wordt uitgezonden naar het volgende station. Gelijktijdig kunnen op deze wijze vele honderden telefoongesprekken en telegrafiesignalen, maar ook televisie- en radarbeelden over duizenden kilometers worden overgebracht.

Voor de telekommunikatie vormen afstanden, oceanen en hoge bergketens geen obstakels. Hypermoderne zeekabels, met vele versterkers, geschikt voor een zeer langdurig verblijf op de zeebodem en bestand tegen de geweldige druk van kilometers dikke waterkolommen, verbinden de verschillende werelddelen. Als aanvulling op de kapaciteit van de transatlantische kabelverbindingen zijn er de satellieten, die in een geostationaire positie op een hoogte van 36.000 kilometer de Aarde overzien en met hun antennes bestrijken.

Vele van dergelijke satellieten werken samen met grondstations op de Aarde. Deze grondstations zenden met hun grote schotelantennes signalen omhoog of plukken ze uit de lucht. Het is vooral ook de satelliet die de Derde Wereld uit haar kommunikatie-isolement heeft gehaald. Satellieten vormen het nieuwe wereldwijdekommunikatienet, ditmaal hoog boven de Aarde.

Kommunikatie-maatschappij

Het tijdperk waarin we bij het begrip telekommunikatie slechts dachten aan het kommuniceren op afstand tussen tweemensen is lang voorbij. In de huidige kommunikatie-maatschappij snellen iedere sekonde miljoenen berichten de wereld rond, worden ontelbare telefoongesprekken gevoerd en treedt de mens in kontakt met komputers die onderling ook weer met elkaar kunnen kommuniceren. Dankzij volautomatisch telefoon- en telexverkeer, door satellieten, glasvezels, mobilofoons, televisie en omroep, door de snelle informatie via viewdata en teletekst, videotex, teletekst en door tal van andere technische voorzieningen zijn er nu verbindingsmogelijkheden met ieder punt in de wereld. De gezamenlijke elektronische kommunikatiemiddelen vormen de begin- en eindpunten van het onzichtbare telekommunikatienet waar onze maatschappij niet meer buiten kan. Afstand en tijd zijn vervaagd.

Alle foto's, tenzij anders vermeld, Philips Telecommunicatie Industrie

Siso kode 658.74

HOVERCRAFTS voor iedereen

Pieto van Buysen

Luchtkussenvoertuigen zijn er tegenwoordig in alle maten en soorten. Ze worden door partikulieren, veerdienstbedrijven en militairen gebruikt. Voor de toekomst staan reusachtige exemplaren op de tekenplank.



De Pindair Skima 4 leent zich uitstekend voor de ''plezier vaart''. De prijs is, met zo'n 45.000 gulden, wel tamelijk hoog. Huren is nog niet mogelijk. Foto Pindair

In 1962 werden bij wijze van proef voor het eerst luchtkussenvoertuigen voor kommerciële diensten ingezet. Het ging om twee veerdiensten in Engeland. De betrokken maatschappijen waren Vickers-Armstrongs (met de VA-3, die 24 passagiers kon vervoeren) en British Hovercraft Corporation (met een SR.N2, die plaats bood aan 42 passagiers).

Naarmate men meer ervaring met het luchtkussenvoertuig (lkv) kreeg, nam ook de populariteit ervan enorm toe. Het aantal veerdiensten groeide en het aantal fabrieken breidde zich in een snel tempo uit. Hoewel in eerste instantie relatief kleine voertuigen ontwikkeld werden voor korte verbindingen tussen eilanden en de vaste wal, werd toch ook al gedacht aan een eventuele geregelde veerdienst over het Kanaal. Daartoe ontwikkelde British Hovercraft Corporation de SR.N4 die in februari 1968 met de eerste zweefvluchten begon. Dit enorme gevaarte woog maar liefst 165 ton en was in staat om 254 passagiers met 30 auto's in ruim een half uur het Kanaal over te zetten. Dit gebeurde voor het eerst op 11 juni 1968, waarbij de 210 centimeter lange rok probleemloos golven van een kleine 5,5 meter hoogte wist te bedwingen. Hiermee werd de basis gelegd voor de huidige veerdiensten per lkv over het Kanaal. Voor de bewoners van de diverse Franse en Britse kustplaatsen vormt de hovercraft al ruim vijftien jaar een gewone verschijning. Verleden jaar staken 2,2 miljoen mensen, al of niet met hun auto, het Kanaal per luchtkussenvoertuig over. De hovercrafts nemen intussen op de veerdiensten over het Kanaal ongeveer 30% van het vervoer voor hun rekening. De overtocht gaat bijna drie maal zo snel als met de veerboot, het in- en ontschepen gaat sneller en de tarieven zijn tegenwoordig ongeveer gelijk. Het enige nadeel is dat de luchtkussenvoertuigen gevoeliger zijn voor slecht weer dan de veerboten. Jaarlijks moet tussen de twee en vier procent van de vluchten wegens te harde wind en te hoge golven worden afgelast. Daar staat tegenover dat dagelijks veel vluchten worden gemaakt. Het afgelopen zomerseizoen voorzag in 54 vluchten per dag tussen Dover in Engeland en Calais en Boulogne in Frankrijk.

Besturing

Boulogne fungeert als thuishaven van de jongste aanwinst, die te boek staat als Sedam N.500 ''Naviplane'' en van Franse origine is. Dit type wijkt op essentiële punten af van de Britse ontwerpen, die we vorige keer besproken hebben (zie Aarde & Kosmos 5/1983). De verschillen hebben betrekking op zowel lift, voortstuwing als besturing. Bij de machines van de British Hovercraft Corporation zorgen de motoren zowel voor de opbouw van het luchtkussen als voor de voortstuwing en besturing. Bij de Sedam-machine leveren twee aparte motoren de lift en zorgen drie andere, met verstelbare propellers, voor de voortstuwing. Een ander verschil is de rok, waarbinnen het luchtkussen wordt opgebouwd. De SR.N4 heeft één totaalrok, terwijl de N.500 dertig afzonderlijke bikonische rokken heeft. Daarmee kunnen golven tot ongeveer 3,5 meter bedwongen worden.

Nog een groot verschil is de besturing (die overigens per type sterk kan verschillen). De besturing lijkt meer op die van vliegtuigen dan op die van schepen.

Dat de typen SR.N4 Mk.II en Mk.III wat meegekregen hebben uit de luchtvaart, blijkt duidelijk uit de vier draaibaar opgestelde propellers en de twee grote roeren. Deze onderdelen zorgen voor de besturing die via een stuurkolom en pedalen uitgevoerd wordt, terwijl de propellers daarnaast nog dienen voor de voor- en achterwaartse beweging. Door de stuurkolom naar voren te drukken, komen de propellers in een positieve spoed te staan, waardoor er naar voren gegaan wordt. Met een tegenovergestelde handeling gaat men uiteraard achteruit. Voor het veranderen van richting moeten zowel de pylons als de roeren gebruikt worden.

Kleine koersveranderingen komen tot stand door verdraaiing van alle pylons via de stuurkolom. Wijzen die van bovenaf gezien naar links, dan gaat het luchtkussenvoertuig naar rechts. Om de tegenovergestelde kant uit te kunnen gaan, moeten de pylons naar rechts wijzen. Voor het maken van korte boch-

ten komen pas de twee grote roeren in aktie, die bediend worden door pedalen. Een scherpe bocht naar links bereikt men door de voorste pylons naar rechts te draaien en de beide roeren naar links. Natuurlijk zijn ook verschillende kombinaties van propeller- en roerstanden mogelijk. Ten slotte wordt de voorwaartse snelheid geregeld door het toerental en de spoed van de propellers.

De besturing van de Franse hovercraft verschilt nogal van de Britse, maar is in het gebruik wat simpeler. Aan de voor- en achterkant van de N.500 zitten vier openingen, die aangeduid worden met ''puff ports''. Daaruit wordt lucht, afkomstig van de twee liftfans, onder hoge druk uitgestoten. Daarmee kan men van richting veranderen. Het systeem kan het beste vergeleken worden met het stuwstraalsysteem, waarmee onder andere kunstmanen hun koerskorrekties krijgen. Wel bezit de N.500, evenals de Britse hovercrafts, roeren.

Militair

Vanzelfsprekend genoot de hovercraft vanwege zijn opmerkelijke eigenschappen van het begin af aan militaire belangstelling. Om te beginnen is het toestel een volmaakte amfibie. De enige voorwaarde om zich voort te kunnen bewegen, is de aanwezigheid van een ondergrond. Zolang die er maar is, komen snelheid en veelzijdigheid geheel tot hun recht en dat maakt de hovercraft tot een interessant voertuig. Desondanks ontbreekt hij in het wapenarsenaal van menig land.

De reden is dat de huidige types vrij duur zijn door hun hoge brandstofverbruik. Daarnaast laat de manoeuvreerbaarheid ook wel wat te wensen over omdat het sturen niet direkt is. De bouwers van luchtkussenvoertuigen weten dit en doen er ook wat aan. Zo heeft British Hovercraft Corporation de afgelopen jaren alleen al meer dan 750.000 pond sterling uitgegeven om de hovercraft bijvoorbeeld in een praktische en ekonomische mijnenveger te veranderen. Voor die taak is het voertuig in principe heel geschikt. Het heeft zeer lage magnetische, akoestische en drukeigenschappen. Voorts is het luchtkussen in staat om aanzienlijke schokken van ontplofte mijnen op te vangen. Dit is trouwens niet alleen tijdens proeven in wateren rond Engeland bewezen; de Amerikanen hebben in Vietnam dezelfde ervaring opgedaan.

De Britten hebben één lkv als mijnenveger/legger in dienst. In sommige andere landen heeft het



Als eerste onderhield British United Airways in de zomer van 1962 een geregelde veerdienst met de V.A.-3, een luchtkussenvoertuig gebouwd door Vickers-Armstrongs. Met dit vaartuig konden maximaal 24 passagiers vervoerd worden bij een kruissnelheid van 110 kilometer per uur. Opvallend zijn de grote vertikale vlakken, waarvan de achterste voor de besturing dienden en de voorste voor de stabilisatie. Foto Vickers-Armstrongs



De enige hovercraft die voor het opsporen van mijnen binnen de Britse marine dienst doet, is deze BH.7 Mk2. In de grote buis op het dek zit sonar-apparatuur, die in neergelaten positie twee meter onder de waterspiegel zijn werk kan doen. Foto British Hovercraft Corporation

luchtkussenvoertuig meer toepassing gevonden. De Canadezen opereren al vanaf april 1969 met één SR.N5 en twee SR.N6 voertuigen voor opsporings- en reddingswerkzaamheden. Sinds de oprichting is al meer dan drieduizend keer een beroep op deze reddingseenheid gedaan. Daarbij ging het om 5500 mensen die in nood verkeerden. Vanwege het stijgende aantal noodkreten heeft de Canadese regering nog niet zolang geleden besloten om de eenheid 24 uur per etmaal paraat te houden.

In een groot aantal landen wordt de hovercraft ingezet als patrouille- en ondersteuningsvaartuig. In die funkties kan men de SR.N6 aantreffen in Egypte, Irak, Israël, Pakistan en Saoedia Arabië. De Russen en Amerikanen bezitten voor deze funkties eigen ontwerpen. Overigens hebben de Amerikanen pas vrij recent een eerste stap in deze richting gezet.

Partikulier gebruik

Er zijn heel wat fabrieken over de hele wereld die zich bezig houden met de bouw van kleine luchtkussenvoertuigen. Die kosten ongeveer evenveel als een tweedehands middelgroot motorjacht. Een gerenommeerde fabriek op dit gebied is Pindair Hovercraft uit Engeland. In meer dan vijftig landen komt men haar machines, variërend in grootte van twee tot twaalf passagiers, tegen. Daarvan is het type Skima 4, een vierpersoons voertuig, het meest gevraagd uit de serie. Een exemplaar kost 9000 pond sterling en de levertijd is een maand. Voor zover



Dit jaar is de Sedam N.500.03 aan de vloot van Hoverspeed toegevoegd. Deze Franse schuifelaar biedt plaats aan 418 passagiers en 65 voertuigen. Foto Hoverspeed



Het lijkt net of de hier afgebeelde SR.N6 vrijkomt van het water. De opname dateert uit de jaren '70 toen de Britten met zeven hovercrafts jarenlang experimenteerden. Het brandstofverbruik bedraagt 410 liter per uur. Over kalm water kan een snelheid gehaald worden van 92 kilometer per uur. Foto Afcent

bekend hoeft men geen speciale papieren te hebben om de Skima 4 te mogen besturen, omdat het eigen gewicht beneden de 1000 kilo ligt. Wel is het in vele landen verboden om met een hovercraft op de weg te verschijnen. Nu zal men daar in de meeste gevallen geen enkele behoefte aan hebben, omdat zich daar immers andere voertuigen meer toe lenen. Mocht een bezitter van de Skima 4 toch stukken over de weg willen afleggen, dan moet hij zijn voertuig uit elkaar halen. Dat neemt slechts een uurtje in beslag, terwijl voor het overbrengen van alle onderdelen minimaal een bagageruimte van twee kubieke meter nodig is. Eenvoudiger is natuurlijk om het geheel op een trailer te zetten, ofschoon het leeggewicht van 225 kilo zich niet zo makkelijk laat tillen. De Skima 4 wordt aangedreven door een ingekapselde zesbladige propeller waarvoor een tweetakt luchtgekoelde Hirth moter van 40 pk is ingebouwd. Deze motor wekt tevens het luchtkussen op. De besturing, die men binnen enkele minuten onder de knie heeft, vindt plaats door vier roeren, die achter de propeller zijn geplaatst. Het brandstofverbruik is 11 liter per uur. De maximum snelheid bedraagt over kalm water 55 km per uur, waarbij dan golven van maximaal één meter hoogte genomen kunnen worden.

Toekomst

Met de introduktie van de API-88 brengt British Hovercraft Corporation een eersteling van een geheel nieuwe generatie hovercrafts op de markt.

Bij dit ontwerp is gemikt op een zo goedkoop mogelijk produkt, niet alleen wat betreft de prijs, maar ook in het gebruik. Daarom is veel aandacht geschonken aan de keuze van de motoren, overbrengingssystemen en ventilatoren. Ook de toepassing van een hogere druk voor het opbouwen van het luchtkussen draagt hiertoe bij. De totale afmetingen van het voertuig kunnen daardoor kleiner gehouden worden. Een prettige bijkomstigheid voor de passagier is dat het voertuig aanzienlijk minder lawaaierig is dan de huidige voertuigen. Om dat te bereiken zijn onder andere beide propellers ingekapseld. Elk daarvan wordt aangedreven door een twaalf-cilinder luchtgekoelde dieselmotor van 428 pk. Twee andere motoren van hetzelfde type zorgen voor het opwekken van het luchtkussen en drijven elk vier centrifugale vinnen aan. De motoren gebruiken samen 345 liter brandstof per uur. Met een voorraad van 3600 liter aan boord betekent dit, dat men met de API-88 trips van ruim tien uur kan maken. Op grond van deze gegevens mag rustig aangenomen worden dat de verkoop van deze jongste telg aan de gestelde verwachtingen zal voldoen.

Vooral in landen waar de konventionele transportmiddelen het af moeten laten weten vanwege de bodemgesteldheid, zal de API-88 uitkomst bieden. We denken hierbij in het bijzonder aan landen uit de Derde Wereld. Verder bekijkt British Hovercraft Corporation de eisen waaraan de nieuwe generatie luchtkussenvoertuigen moet voldoen, die speciaal bestemd is voor het onderhouden van veerdienster over lange zeeroutes. Een en ander heeft al geleid tot een projekt, waarbij de SR.N4 Mk.III als basis dient. Dat voorziet in een gevaarte dat plaats moet bieden aan zeshonderd passagiers, verdeeld over twee of drie dekken, plus 144 auto's. De huidige SR.N4 kan 424 passagiers en 55 auto's vervoeren en weegt driehonderd ton. Voor de verre toekomst wordt aan hovercrafts gedacht van rond de duizend ton.

Ook de Amerikanen laten zich op dit terrein niet onbetuigd, gezien de studies die zij momenteel onderhanden hebben. Zo heeft Bell Halter een ontwerp in ontwikkeling van een "vaartuig" voor de Amerikaanse marine van 1000 tot 1800 ton. In tegenstelling tot het systeem van Cockerell gaat de afdichting van het luchtkussen hier plaatsvinden door middel van starre zijkanten met een flexibele voor- en achterkant. Daarnaast lopen in Frankrijk en Rusland soortgelijke studies, waarbij zelfs hovercrafts op de tekenplank staan die wereldzeeën moeten gaan bedwingen. Maar of dat ooit werkelijkheid wordt, zal de tijd moeten leren.

Met dank aan Han Reich, Public Relations Manager van Hoverspeed, voor zijn medewerking bij het tot stand komen van dit artikel.

Lezersservice A&K



A&K-Winkel en voorlichting: Eemlandweg 5A , Huizen-NH.

BESTELLEN door overmaking van het verschuldigde op giro **636150** t.n.v. *Mens en Vrijetijd* te Huizen-Nh.

PRIJZEN zijn inklusief de verzendkosten. In Huizen afgehaald een korting van 10% op boeken.

BELGIË: bestellen door betaling via een internationaal postwissel of Eurocheque.

ADRES: Eemlandweg 5A te Huizen-Nh, 200 meter vanaf het busstation (boerderij hoek Industrieweg)

TELEFOON: 02152-58388

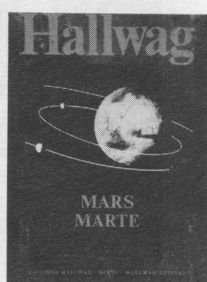
OPENINGSTIJDEN: Maandag t.e.m. vrijdag van 10 tot 16 uur, zaterdag van 10 tot 15 uur.

Vrijetijdsbesteding of hobbie: méér dan alleen maar het kopen van wat er voor nodig is!

Een van de doelstellingen van de stichtingen *Mens en Wetenschap* en *Mens en Vrijetijd* is, om de vrijetijdsbesteding - in de ruimste zin - te bevorderen en maximale voorlichting te geven over aan te schaffen instrumenten, apparatuur en literatuur. Tevens alle nazorg en hulp na het aankopen van instrumenten en apparatuur via *LEZERSSERVICE A&K*. *LEZERSSERVICE A&K* is er, omdat de partikuliere handel in de regel niet kan voldoen aan de eisen die gesteld mogen worden aan een goede, blijvende en deskundige voorlichting, nazorg en begeleiding van die specifieke vrijetijdsbesteding.



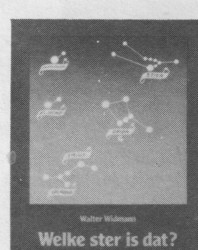
Hallwag sterrenkaart
Kleurenkaart 125x85 cm met viertalig boekje.
Bestelno.80-11 18,00



Vierkleurenkaart van Mars
Bestelno.80-12 18,00



Maankaart
Bestelno.80-13 18,00



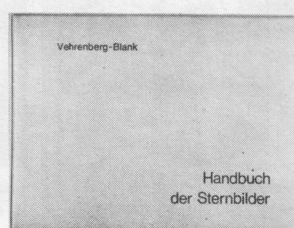
Welke ster is dat?
Handig, duidelijk, overzichtelijk en uitgebreid.
Bestelno.80-26 22,95



Ontstaan en levensloop van sterren
Informatie over de materie in de kosmos.
Bestelno.80-22 35,00



Elseviers gids van sterren en planeten
Herkennen, waarnemen, informatie.
Bestelno.77-44 39,50



Handbuch der sternbilder
Alle sterrenbeelden met opgave van daarin voorkomende objekten om zelf waar te nemen. Onmisbaar bij waarnemen.
Bestelno.80-38 69,50



Sesam, atlas van de astronomie
Kompakte encyclopedie in kleur.
Bestelno.80-46 18,00

De piramide en de piramidekrachten ▸
Twee boekjes over de energieverschijnselen en het zelf experimenteren.
Bestelno.80-23 37,50







Mysterie van de piramiden
Een meesterwerk over alle onderzoek van de piramiden.
Bestelno.80-63 47,75



◂ **De komeet komt!**
De komeet van Halley is weer in aantocht. Alles over deze komeet, vroeger en nu.
Bestelno.80-61 32,00

Nieuw ☆

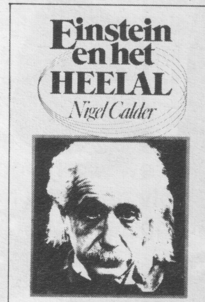
Groot Nieuws Bijbel
De Bijbel vertaald in omgangstaal en daardoor zeer goed leesbaar.
Bestelno.80-62 36,75

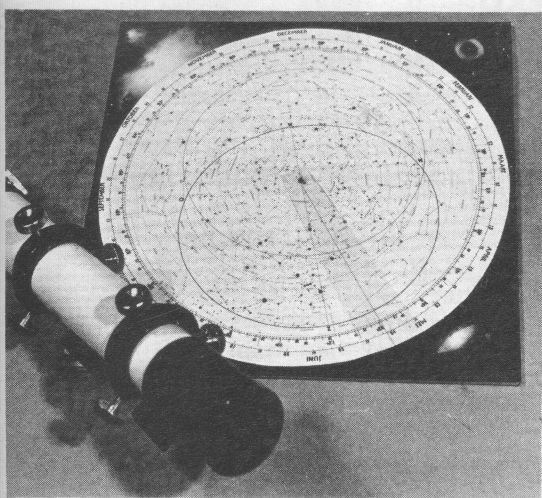




Natuurkunde van het Vrije Veld
Driedelig standaardwerk. Deel 1: Licht en kleur in het landschap. Deel 2: Geluid, warmte en elektriciteit. Deel 3: Rust en beweging.
Bestelno.76-33,-34 en -35. 112,50.
Per deel 38,50

Einstein en het heelal
Relativiteitsleer, zwarte gaten. Zeer begrijpelijk beschreven.
Bestelno.80-50 27,75



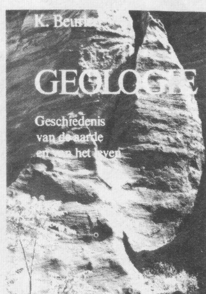


Draaibare sterrenkaart

Grote, 30 cm, volwaardige draaibare sterrenkaart. Het draaibare bovendeel en de tongloper zijn van doorzichtige, stevige kunststof. De kaart is geheel in kleur en aangebracht op een stevige, watervaste ondergrond. Kompleet met duidelijke gebruiksaanwijzing.
De prijs voor deze prachtige kaart is uiterst laag gehouden en is slechts 39,50



Thieme's gids voor stenen en mineralen
Groot standaardwerk, 600 foto's.
Bestelno.80-14 64,50



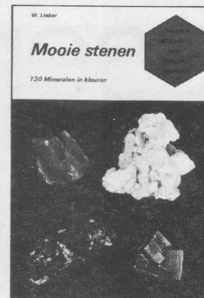
Geologie
De geschiedenis van de Aarde, bouw en ontwikkeling.
Bestelno.80-01 64,50



Elseviers zwerfstenengids
Onmisbaar bij het zoeken in het vrije veld.
Bestelno.80-16 42,50



Mineralen en gesteenten
De belangrijkste mineralen en gesteenten determineren aan de hand van kleurenfoto's.
Bestelno.80-40 18,50



Mooie stenen
120 mineralen in kleur.
Bestelno.80-39 15,95



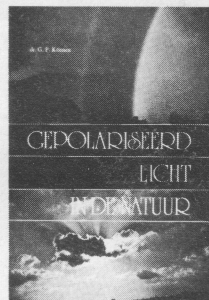
Fatale wereldrampen
De Aarde kan door allerlei rampen getroffen worden; zijn de gevaren reëel?
Bestelno.80-66 37,75



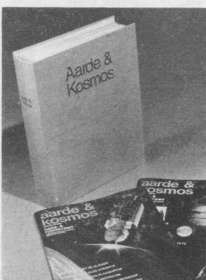
De wonderwereld van het mikroskoop
Handleiding voor de mikroskopie.
Bestelno.78-84 8,95



Zelf stenen slijpen
Zelf sierstenen slijpen en polijsten.
Bestelno.80-43 27,95



Gepolariseerd licht in de natuur
Gids over licht en polarisatie
Bestelno.80-25 54,00



NAALDBAND
Uitgevoerd in natuurlinnen.
Bestelno.NLD 16,00



Popol Vuh
Bijbel en scheppingsverhaal van de Maya's.
Bestelno.77-59 39,75



Werelden in botsing
Over de katastrofes in het verleden van de Aarde.
Bestelno.78-60 39,75



Boemerangs
Zelf maken en werptechniek, met vele voorbeelden.
Bestelno.80-33 16,50



Verzamelen, drogen, verwerken van materialen uit de natuur
Een doe-boek voor het hele jaar.
Bestelno.80-64 32,65



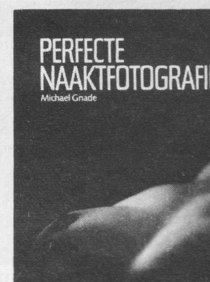
Video handboek
Alles over video-kamera's en het werken ermee.
Bestelno.80-65 42,65



Handboek zwart-wit fotografie
Alle informatie over techniek en verwerking.
Bestelno.78-54 46,00



Handboek voor de donkere kamer
Volledige informatie over alle aspekten, technieken, enz.
Bestelno.80-34 44,00



Perfekte naaktfotografie
Over kompositie, vorm, kleur en techniek
Bestelno.80-52 63,00

Spiegel-telelens, model 8/500

Wereldvermaarde optische kwaliteit tesamen met hoogwaardige, metalen uitvoering. Een telelens van 500 mm, zowel uitstekend geschikt voor aards gebruik als voor hemelfotografie. Standaard P-draaduitvoering. Met dubbele statiefaanpassing en stofkap.
PLUS extra vier filters: rood, groen, grijs en UV. En: ook nog als teleskoop te gebruiken door speciale aanpas-adapter. Zelfs okulairprojektie is dan mogelijk.
De prijs is slechts 635,-.
Aanpasring voor ieder kameratype 32,50. Adapter waarmee telelens teleskoop wordt 35,-.



Spiegel-telelens, model 10/1100

Deze supertelelens van 1100 mm brandpunt is als kombinatie telelens-teleskoop werkelijk uniek! Met dubbele statiefaanpassing, P-draad uitvoering (alle typen kamera's zijn aansluitbaar via speciale ringen). PLUS weer de extra's: een rood, een groen en een UV filter. Tevens een stalen stofdeksel.
Een even unieke prijs: slechts 895,-.
Aanpasring kamera 32,50. Adapter waardoor telelens een teleskoop wordt 35,00 en voor het bijbehorende zenitprisma 45,00. Verkrijgbare okulairen 49,50 (K20 voor 55x, K25 voor 44x en K30 voor 37x).



Giftige planten, giftige dieren
Handige informatie om te weten.
Bestelno.80-48 19,50

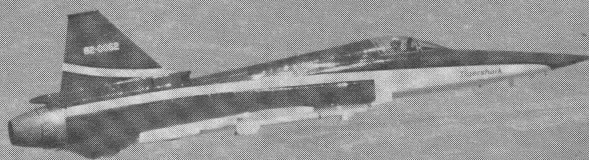


Water, waterplanten en waterdieren
Zakboek voor natuurvrienden.
Bestelno.80-47 12,00

Siso kode 659.74

C. Steijger

F-20 een goedkoop alternatief



Het is allemaal F-16 en Tornado wat de klok slaat. Het ene systeem is nog duurder dan het andere. Goedkopere mogelijkheden worden, naar het schijnt, nauwelijks serieus bekeken. Hier is zo'n goedkoop alternatief: de F-20 Tigershark.

De Amerikaanse vliegtuigfabrikant Northrop is momenteel, vooral met General Dynamics, in een felle strijd om de markt gewikkeld. Inzet van die strijd is de zogenaamde FX: een lichtgewicht goedkoop jachtvliegtuig, speciaal bedoeld voor de export naar landen met een kleine beurs. General Dynamics heeft een ''eenvoudige'' F-16 in de strijd geworpen, terwijl Northrop hoge ogen denkt te gooien met de F-20 Tigershark. Volgens Amerikaanse defensie-deskundigen is er op dit moment al een markt voor duizend FX's. In de komende tien jaar zouden daar nog eens vijftienhonderd tot tweeduizend toestellen bij kunnen komen.

Weerstand

Waarom nu speciaal voor de export een nieuw toestel? Dat heeft te maken met het feit dat er in de Amerikaanse volksvertegenwoordiging grote weerstand heerst tegen de verkoop van technisch hoogwaardige produkten. Het kongres wil geen totale uitverkoop van dure Amerikaanse kennis en technologie. Uiterst moderne vliegtuigen worden dus in principe niet geëxporteerd. Dat legt de vliegtuigfabrikanten uiteraard beperkingen op. Zo wordt voorkomen dat vliegtuigen waarin de laatste stand van de techniek is verwerkt, en die ook in de eigen strijdkrachten worden gebruikt, door ieder willekeurig land kunnen worden aangekocht.

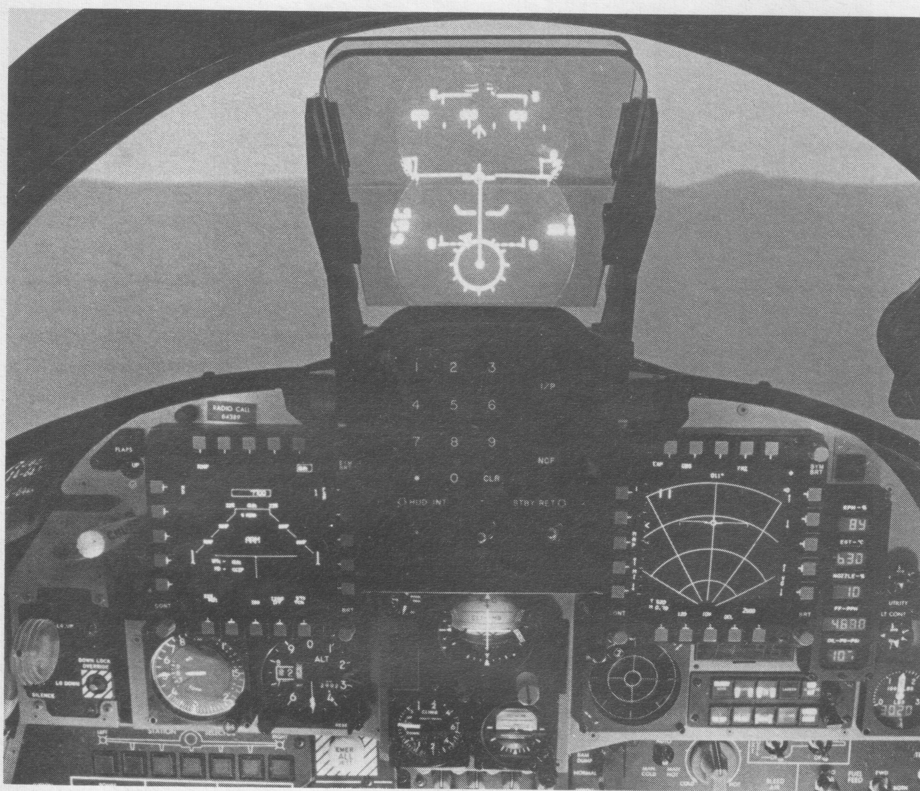
Export-toestel

Aan het eind van de jaren zeventig gingen er stemmen op een jachtvliegtuig speciaal voor de export te ontwikkelen. Een ''lichtgewicht'' toestel, weliswaar modern maar zonder allerlei hypermoderne elektronika en bovendien goedkoop. Dit export-produkt kreeg de aanduiding FX: met F voor Fighter en de X waarvoor we nog van alles kunnen in vullen. Van meet af werd de General Dynamics F-16/J79 beschouwd als dé kandidaat voor de FX, temeer omdat de Amerikaanse overheid financieel behoorlijk heeft bijgedragen in de ontwikkeling van dit toestel. De F-16/J79 is een ''eenvoudige'' F-16 voorzien van een General Electric J-79 straalmotor die ook de Lockheed F-104 Starfighter en de McDonnell F-4 Phantom voortstuwt.

Eigenlijk werd de F-16 van deze motor voorzien om landen die al vliegtuigen met een J-79 motor in gebruik hebben (bijvoorbeeld Griekenland en Turkije), te verleiden dit toestel aan te schaffen. Deze versie van de F-16 is zeker minder ingewikkeld en in bediening en onderhoud ook eenvoudiger dan de standaard F-16A, die is uitgerust met de moderne en krachtige Pratt & Whitney F-100 motor. Maar de prijzen verschillen niet zoveel. Kant en klaar kost een standaard F-16A, afhankelijk van de technische uitvoering, tussen de 35 en 40 miljoen gulden. Dat zijn enorme bedragen. De F-16/J79 is zo'n vijf miljoen goedkoper. Van een echt goedkoop toestel is daarom geen sprake meer. Er zijn dan ook minder draagkrachtige landen (Venezuela en Pakistan bijvoorbeeld) die toch maar meer geld uitgeven danwel lenen om de F-16 met de F-100 motor te kopen.

Vervanging

De belangrijkste konkurrent van General Dynamics is momenteel Northrop met de F-20. Op eigen houtje (zonder steun van de overheid) heeft deze vliegtuigfabrikant op basis van de bestaande F-5E een nieuw type ontwikkeld: de Tigersshark. Aanvankelijk werd dit type aangeduid als F-5G, maar dat werd later gewijzigd in F-20. Hoewel de Tigershark is gebaseerd op de klassieke F-5 (het ontwerp van dit toestel dateert uit de jaren vijftig), mag niet worden gesproken van een ''tweede klas'' vliegtuig. Integendeel, de Ti-



Eén van de moderne voorzieningen in de F-20 is dit zogeheten head-up display (HUD), een doorzichtig schermpje op ooghoogte van de vlieger. Op het schermpje worden noodzakelijke vluchtgegevens geprojekteerd.

◀ De eerste F-20 in aktie. Afgelopen augustus maakte het tweede exemplaar zijn eerste vlucht. Het programma van proefvluchten loopt sinds augustus 198. Tot begin september van dit jaar waren al meer dan 332 vluchten gemaakt.

gershark is ontworpen om bij de luchtverdediging superieur te zijn aan zijn tegenstander. Dat betekent nogal wat. Grote wendbaarheid, snelheid en acceleratievermogen zijn drie eigenschappen waar een dergelijke jager over moet beschikken.

Northrop zegt dat de F-20 aan deze eisen voldoet. De eigenschappen zijn vooral verkregen door gebruik te maken van (lichte) kunststoffen en de installatie van een krachtige motor.

Veel kunststof

Om zoveel mogelijk gewicht te besparen, hebben de ontwerpers van de Tigershark gebruik gemaakt van hoogwaardige kunststofvezels. Vergeleken met lichtmetalen konstrukties zijn kunststofkonstrukties zo'n 25 procent lichter.

Ongeveer tien procent van een F-20 bestaat uit kunststof. De staart is vrijwel helemaal van koolstof. De F-20 beschikt nu nog over een (verbeterde) vleugel van de oorspronkelijke F-5E. Voor latere versies van de F-20 wil Northrop echter een zogenoemde "superkritische vleugel" gaan gebruiken. Dat is een zeer moderne vleugel met weinig weerstand, waardoor de draagkracht wordt vergroot (zie ook Aarde en Kosmos 1/1982).

Het is de bedoeling dat ook deze vleugel uit koolstof zal bestaan. Het leeggewicht van de Tigershark is 7836 kilo. Het maximale gewicht is 11938 kilo.

Eén motor

De Tigershark bereikt een snelheid van meer dan 2400 kilometer per uur. De operationele vlieghoogte bedraagt 16.180 meter, terwijl een "kale" F-20 (zonder extra brandstoftanks of bewapening onder de vleugels) voor de start slechts 300 meter startbaan nodig heeft. Met het maximum gewicht van bijna 12.000 kilo bedraagt de startbaanlengte zo'n 1300 meter.

Deze goede prestaties zijn te danken aan de General Electric F-404 motor, die een stuwdruk van 7700 kilo levert.

Northrop heeft niet minder dan vijftig verschillende kombinaties van motor en vliegtuig onderzocht. Uiteindelijk viel de keuze op de F-404, die ook in de F/A-18 Hornet van McDonnell Douglas wordt gebruikt. Aan de motor zijn enkele detailveranderingen aangebracht, zodat een heel gunstige verhouding tussen gewicht en stuwdruk werd verkregen. Dat blijkt uit het klimvermogen van de F-20: in 2,2 minuten van stilstand op de startbaan naar 12.200 meter hoogte.

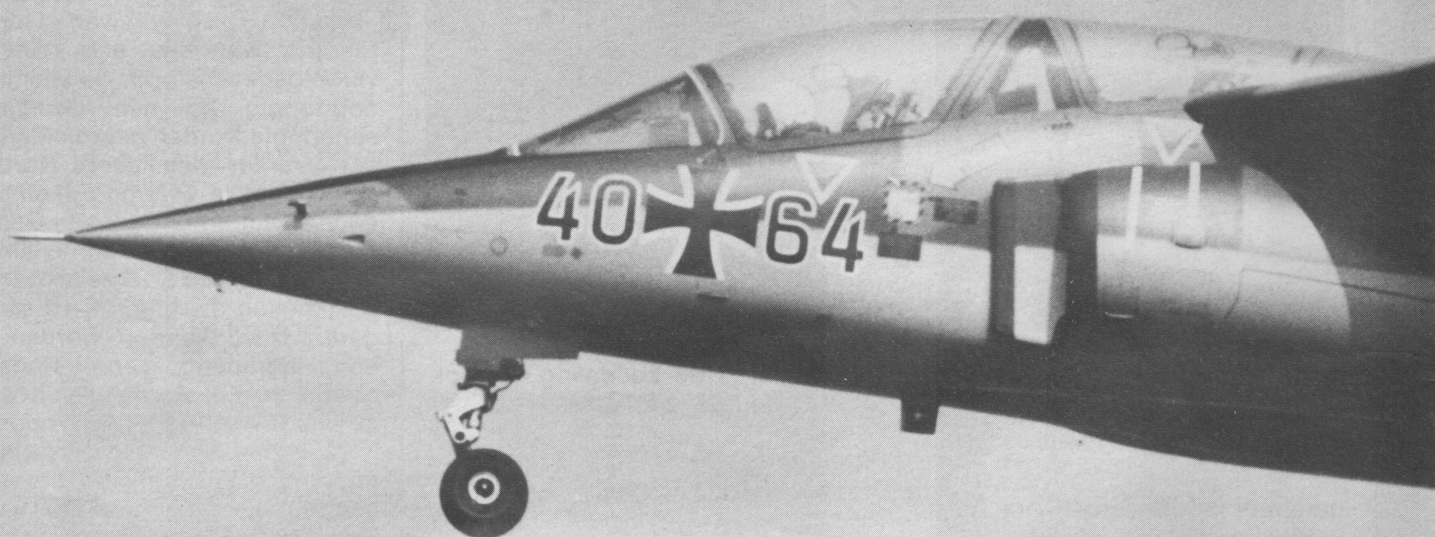
Moderne elektronika

Hoewel de specifikaties van de FX niet het gebruik van de meest moderne elektronika voorschrijven, heeft Northrop de F-20 toch met de tijd mee laten gaan. Zo kreeg de Tigershark een Honeywell navigatiesysteem (ongeveer gelijk aan het navigatiesysteem van de Boeing 757 en de Boeing 767) en een zogeheten "head-up display" van General Electric waarmee alle relevante vluchtgegevens voor de vlieger op ooghoogte op een doorzichtig schermpje worden geprojekteerd.

Verder installeerde Northrop een Teledyke 64K boordkomputer en een moderne radar van General Electric. Door zijn moderne elektronika beschikt de F-20 zelfs over mogelijkheden die bij de F-16 slechts gerealiseerd kunnen worden met een ingrijpend verbeteringsprogramma (zie Aarde en Kosmos 3/1982). Alles bij elkaar hoort de F-20 -in zijn prijsklasse- tot de meest moderne jachtvliegtuigen die er momenteel zijn. De huidige prijs van de Tigershark is 25 miljoen gulden, een dikke 10 miljoen minder dan een F-16. Gezien de goede verhouding tussen prijs en prestatie konden de verwachtingen van Northrop om de komende tien jaar zo'n vijftienhonderd tot tweeduizend Tigersharks te verkopen, best eens uitkomen.

Franse konkurrentie

De Franse konkurrentie zit intussen niet stil. De Fransen, die toch al sukses hebben op de exportmarkt, zien vooral mogelijkheden voor de Dassault Mirage IIING (Nouvelle Generation). Dat is een sterk gemoderniseerde Mirage III, waarin de techniek van de suksesvolle Mirage 5 is verwerkt. Net als Northrop mikt Dassault op de vervangingsmarkt. Er zijn namelijk van de Mirage III (de basis voor de Mirage IIING) en de F-5 (de basis voor de F-20) vele honderden exemplaren in dienst van luchtmachten in het Midden- en Verre Oosten en Latijns Amerika. Frankrijk noemt nog geen landen als potentiële Mirage IIING gebruikers. Northrop is naar eigen zeggen al in een vergevorderd stadium van onderhandeling met Egypte, Jordanië, Turkije, Bahrein, Pakistan, Maleisië, Singapore en Indonesië, merendeels landen met de kleine beurs waar op gemikt wordt.



Pieto van Buysen

ALPHA-JET kassukses in de Derde Wereld

De Frans-Duitse Alpha Jet blijkt toenemend in trek bij luchtmachten van landen uit de derde wereld. Intussen wordt druk gewerkt aan verbeteringen van de Duitse versie.

Na Frankrijk, West-Duitsland en België bouwt nu ook Egypte de Alpha Jet, zij het in licentie. Daarmee is dit land de eerste Arabische staat dat een Europees gevechtsvliegtuig assembleert. Het gaat hierbij in eerste instantie nog maar om een klein aantal, te weten dertig stuks, 22 toestellen voor trainingsdoeleinden en acht in de uitvoering van een licht aanvalsvliegtuig. Daarnaast is het heel goed mogelijk dat het te bouwen aantal machines uitgroeit tot 120 stuks.

Behalve de al genoemde landen kan men de Alpha Jet ook aantreffen in Marokko, Ivoorkust, Katar, Nigeria, Kameroen en Togo. Vooral mogendheden uit de Derde Wereld zien in de Alpha Jet een vrij goedkoop militair toestel. In totaal zijn er nu vijfhonderd Alpha Jets besteld, terwijl Saoedi Arabië ook overweegt dit type ter vervanging van haar 45 BAC Strikemasters aan te schaffen.

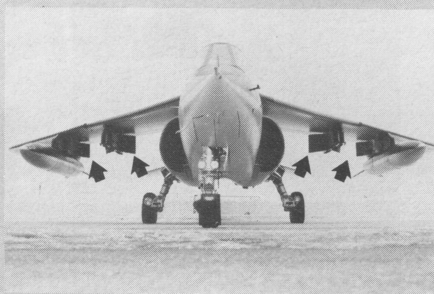
Twee versies

Van de Alpha Jet bestaan twee

Een Alpha Jet A van de Westduitse luchtmacht in de landing. Duidelijk zijn de uitgeslagen duikremmen achter bij de staart te zien. De Alpha Jet A is een ondersteuningstoestel. Foto Dornier

versies, een Duitse en een Franse. De Duitse is een licht ondersteuningsvliegtuig voor de grondtroepen (Alpha Jet A), terwijl de Franse uitsluitend voor trainingsdoeleinden dient (Alpha Jet E). Daardoor verschillen ook beide uitvoeringen van elkaar. Dit komt heel sterk tot uiting in de levensduur. Zo wordt de trainer voor 10.000 vlieguren gegarandeerd, terwijl voor de ondersteuningsversie slechts de helft geldt. De verklaring ligt nogal voor de hand: de Alpha Jet A (A staat voor appui: steun) krijgt het veel zwaarder te verduren dan de E-versie (E staat voor école: school). Vooral het vliegen op lage hoogte met een wapenlast onder de vleugel trekt een zware wissel op de konstruktie van het toestel, omdat enorme remousstoten (door wervelingen in de lucht) niet achterwege zullen blijven.

De vleugel is voorzien van vier ophangpunten, waaraan maximaal 2500 kilo aan last mag worden opgehangen. Daarnaast kan onder de



Om de zijdelingse bestuurbaarheid van de Alpha Jet te vergroten, werd het achterste deel van de pylons in de lengterichting gedeeld. Daardoor ontstaan extra remkleppen en die zijn bij de pijlen goed te zien. Foto Dornier

romp een 27 mm kanon bevestigd worden. Datzelfde ophangpunt kan ook dienen voor een gondel met verkenningsapparatuur.

Vanwege het offensieve karakter wijkt ook het instrumentarium van de A-uitvoering sterk af van dat in de E-machine. We willen niet ieder metertje de revue laten passeren, maar voor een enkel instrument is een uitzondering hier wel op zijn plaats. Dat geldt dan de introduktie van het "Head Up Display" (HUD). Dit bestaat uit een zwart kastje met knoppen, voorzien van een schuin daarop geplaatste glasplaat, die gemonteerd zit in de cockpit aan de binnenkant van de voorruit. Daar worden dan de vluchtgegevens op geprojekteerd, zodat de vlieger in één opslag de situatie kan beoordelen waarin hij zich bevindt. De eenvoudigste uitvoering van het HUD verschaft doorgaans gegevens die betrekking hebben op koers, stand, snelheid, horizon, hoogte en dergelijke. Het grote voordeel van het HUD is dus dat de vlieger niet ieder moment op de instrumenten hoeft te turen, maar nu konstant de buitenwereld in de gaten kan houden. Hiermee vervalt tevens de noodzaak om steeds maar weer de ogen van korte op lange afstand en omgekeerd in te moeten stellen. Dat maakt het werk voor de vlieger minder vermoeiend en verhoogt daar-



Een Alpha Jet E van de Franse luchtmacht. Dit is de trainerversie. De instrukteur zit achter de vlieger en iets hoger, zodat hij precies ziet wat zijn leerling doet. Foto AMD-BA

mee de doelmatigheid.

Verder wordt de Alpha Jet gekenmerkt door een lange druppelvormige cockpitkap en een vleugel in lichte pijlstand. In vooraanzicht is die vleugel afhangend (hij bezit een zogeheten negatieve V-stelling). De vleugel is een ''wetwing'': hij doet ook dienst als brandstoftank.

De beide straalmotoren zijn opzij tegen de romp geplaatst; de uitlaten eindigen achter de vleugel. Zowel het kielvlak als het stabilo zijn achterwaarts gericht. Onder de staart van de Alpha Jet A zit nog een vanghaak, die in noodgevallen een dwars over de baan gespannen vangkabel moet grijpen, bijvoorbeeld wanneer de remmen weigeren.

In dienst

Halverwege 1978 werd begonnen met de aflevering van de eerste Alpha Jets aan de Franse luchtmacht, ter vervanging van de eenpersoons Dassault Mystère IVA jager-trainers. Toen die vervanging na ruim twee jaar voltooid was, kwam de Lockheed T-33 Shooting Star aan de beurt. Momenteel zijn alle T-birds, zoals de Shooting Star beter bekend staat, uit dienst genomen.

De aflevering aan de Duitsers begon pas in het voorjaar van 1979 en nam ruim vier jaar in beslag. De 175 Alpha Jets hebben de Fiat G.91R/3 en G.91T/3 ondersteuningsvliegtuigen vervangen. Omstreeks dezelfde tijd dat de Duitsers de beschikking kregen over hun nieuwe aanwinst, kwamen de Belgen eveneens in het bezit van de Alpha Jet. Net zoals de Fransen zetten zij dit type uitsluitend in als trainer. In die hoedanigheid hebben de 33 Belgische machines de Fouga Magister lesvliegtuigen vervangen. De ervaring die onze Zuiderburen met dit Frans-Duitse produkt hebben, is zeer gunstig. Veel lof spreekt men uit over het riante uitzicht dat men heeft vanaf de beide zitplaatsen in de cockpit. Dat is een enorme verbetering vergeleken met voorgaande machines. Dat geldt in het bijzonder voor de instrukteur op de tweede stoel; die zit nu hoger dan de vlieger voorin.

Jongste versie

Naast de al genoemde uitvoeringen is door Dassault sinds kort nog een derde lid aan de Alpha Jet familie toegevoegd. Deze versie wordt met NGEA aangeduid, hetgeen voor Nouvelle Génération Ecole-Appui staat. Deze jongste uitvoering is gemakkelijk van beide voorgangers te onderscheiden door de puntige neus met voorin een glasvenster. Dit houdt verband met de invoering van een nieuw navigatie- en aanvalssysteem. Deze apparatuur kent vier toepassingsmogelijkheden.

Wanneer op navigatie ingeschakeld is, gebeurt het navigeren helemaal automatisch. Hierbij treedt dan slechts een afwijking op van minder dan 1,5 kilometer per vlieguur. In een uitgestippeld vliegplan kunnen de posities van in totaal 63 bakens zowel op de grond als in de lucht automatisch in het geheugen van de boordkomputer opgeslagen worden. Dat maakt het navigeren tot bekende punten extreem nauwkeurig.

Het nieuwe systeem staat de vlieger ook ten dienste bij de landing; hij krijgt dan de juiste naderings- en dalingshoeken op het HUD geprojekteerd.

In zijn derde toepassing is het systeem optimaal afgestemd op het aangaan van luchtgevechten. Daarbij is het zelfs mogelijk om tijdens allerlei kapriolen voltreffers te plaatsen. Via een stippellijn op het HUD wordt dat zichtbaar gemaakt; de informatie wordt vergezeld van de nodige vuurkorrekties.

De laatste toepassing betreft het assisteren bij het aanvallen van sterk uiteenlopende gronddoelen.



Voor het beproeven van de superkritische vleugel voor de Alpha Jet verbouwde Dornier haar eerste prototype. De vleugelneus loopt zelfs helemaal door tot aan de achterste zitplaats. Foto Dornier

Superkritische vleugel

Vanaf december 1981 beproeft Dornier al een Alpha Jet met een geheel afwijkend draagvlak dat te boek staat als superkritische vleu-

gel. Dit nieuwe draagvlak is optimaal afgestemd op snelheden die in het transsone gebied (Mach 0,8 tot 1,3) liggen, dus rond de snelheid van het geluid (Mach 1). Doel van het testprogramma is om na te gaan hoe de vliegeigenschappen van zo'n vleugel zijn in kombinatie met neuskleppen. Deze toevoeging dient om de wendbaarheid te verbeteren; hij ontbreekt nog geheel bij de huidige Alpha Jet. In vergelijking met de standaard vleugel heeft de superkritische dezelfde pijlstelling behouden, maar een 18% dikker transsoon profiel gekregen. Bovendien wijkt ook de verbinding van vleugel en romp sterk af van de orthodoxe vorm. Aan deze zeer progressieve lijnen is dit exemplaar dan ook direkt van alle andere Alpha Jets te onderscheiden.

Momenteel heeft de dikvleugelige Alpha Jet al meer dan honderd uur gevlogen. Ten behoeve van deze vluchten heeft men de vleugel uitgerust met een groot aantal sensoren voor het registreren van het drukverloop over de vleugel. In verband met het kortere bochtenwerk, waarbij de vleugel zwaarder belast wordt dan bij de gewone vleugel geoorloofd is, zijn rekstrookjes op de vleugelhuid geplakt. Na afloop van elke vlucht kan men dan nagaan wat er zoal aan kracht opgetreden is. De tot nu toe verzamelde gegevens komen in grote trekken overeen met de gegevens van de windtunnelproeven. Ondanks een 18% dikker vleugelprofiel is de weerstandstoename minder gebleken dan verwacht. Ook blijkt dat het toestel minder last heeft van remousstoten, die zich vooral tijdens het laagvliegen het sterkst manifesteren. Bovendien kan in de dikkere vleugel meer brandstof worden meegenomen. Het vliegbereik wordt daardoor zelfs bijna net zo groot als dat van een gewone Alpha Jet met extra brandstoftanks. Tot slot wekt de nieuwe vleugel meer draagkracht op (toename van de liftkoëfficiënt 20%), voornamelijk door de toevoeging van de neuskleppen. Dat maakt hogere draaisnelheden mogelijk, waardoor kortere bochten gemaakt kunnen worden en de wendbaarheid groter wordt.

Extra besturing

Er loopt bij Dornier nog een ander testprogramma met de Alpha Jet. Dit heeft tot doel na te gaan of de vliegeigenschapppen van het toestel nog verder verbeterd kunnen worden. Die zijn al heel goed, maar er kunnen zich toch situaties voordoen waarbij in de kortst mogelijke tijd kleine koerskorrekties uitgevoerd moeten worden. Dit geldt in het bijzonder kort voor het moment, waarop de wapens losgelaten worden. Immers, op het allerlaatste ogenblik, wanneer het doel ineens opduikt, kan de vlieger pas beoordelen of hij dat goed aanvliegt. Is dat niet het geval, dan zullen alsnog korrekties moeten volgen, die onmiddellijk effekt hebben op de vliegstand.

Dornier heeft uit de drie bestaande mogelijkheden een systeem gekozen, dat bekend staat als "Direct Side Force Control". Daarbij wordt gebruik gemaakt van extra besturingsorganen die stuurkrachten ontwikkelen, die om het zwaartepunt van het vliegtuig werken en daardoor onmiddellijk het toestel in richting en koers doen veranderen. De standaard besturingsvlakken, zoals hoogte-, rol- en richtingsroer, veroorzaken eveneens momenten om het zwaartepunt, en dus ook de gewenste koersveranderingen, maar dat duurt veel langer en veroorzaakt bovendien verstoringen in de vliegstand.

Ofschoon het principe van een direkte zijdelingse besturing simpel is, valt de technische uitwerking bepaald niet mee. Er is echter een eenvoudige oplossing gevonden, in de vorm van extra remklepjes. Op ingenieuze manier heeft men de achterste gedeeltes van de vier pylons, waar de gebruikelijke lasten aan worden opgehangen, in de lengterichting gedeeld. De zo verkregen scharnierende kleppen kunnen zowel symmetrisch als asymmetrisch uitgeslagen worden. Met deze aanvullende besturingsvlakjes, die via hydraulisch werkende cilinders vanuit de cockpit bediend kunnen worden, komt een direkte zijdelingse besturing tot stand. Als de remklepjes naar links of rechts uitgeslagen worden, realiseert men kleine koerskorrekties. Ook kan men op die manier bij zijwind goed op koers blijven liggen. Wanneer alle kleppen uitgeslagen worden, wordt de weerstand tweemaal zo groot als met de standaard remkleppen bereikt wordt. Daarmee bewerkt men een zeer direkte zijdelingse besturing.

De resultaten die tot nog toe zijn behaald, komen in grote lijn overeen met de gegevens die uit windtunnelproeven zijn verkregen. De oplossing werkt dus goed en de Duitse luchtmacht zal de verbetering mettertijd wel gaan invoeren, als ze er tenminste geld voor heeft.

De Alpha Jet blijkt populair te worden bij ontwikkelingslanden. Van boven naar beneden exemplaren voor Katar, Ivoorkust en Togo. FotoAMD-BA



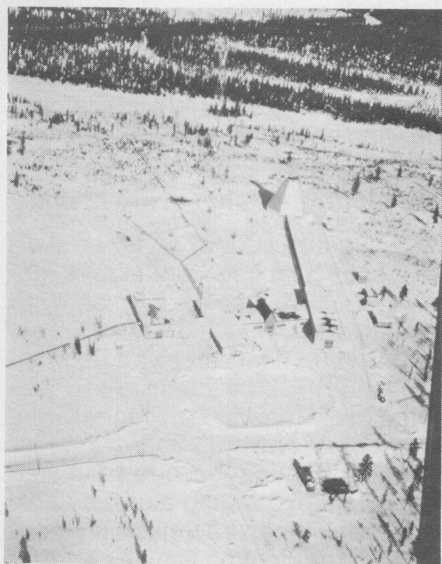
Siso kode 552.9 / 555.2 / 659.8

G. J. van Lonkhuyzen
en Huub Eggen

De kleintjes doen het nog best

We praten over ruimtestations en de Space Shuttle gaat haast moeiteloos de ruimte in. Toch worden ook voortdurend nog kleine raketten, nauwelijks meer dan vuurpijlen, afgeschoten. Die kunnen we nog niet missen.





Een kijkje op het besneeuwde lanceerkomplex van Kiruna. De aftelprocedures zijn heel simpel. Bij een vertraging gaat de aftelploeg biljarten in de kantine. Foto ESA

Eén van de bekendste lanceerplaatsen voor die vuurpijlen is Kiruna. Dat ligt in het noorden van Zweden, zo'n 150 kilometer ten noorden van de poolcirkel, in een vrijwel verlaten deel van Europa. In 1966 is men er begonnen met het lanceren van kleine raketten, die men sondeerraketten noemt. Dat zijn raketten die met een lading instrumenten naar een hoogte van enkele honderden kilometers geschoten worden, waarna ze terugvallen naar het aardoppervlak. Met de instrumenten worden metingen in de dampkring en aan het magneetveld van de Aarde gedaan. Ook worden er proeven mee gedaan in het maken van bijzondere metaallegeringen en zuivere kristallen. Die proeven dienen veelal als test van apparatuur die later de ruimte in moet. De technologische proeven worden uitgevoerd tijdens de paar minuten dat de raket met zijn instrumentenlading gewichtloos is. Het wetenschappelijke onderzoek in de dampkring en ook aan hemellichamen kan de hele tijd uitgevoerd worden dat de raket onderweg is.

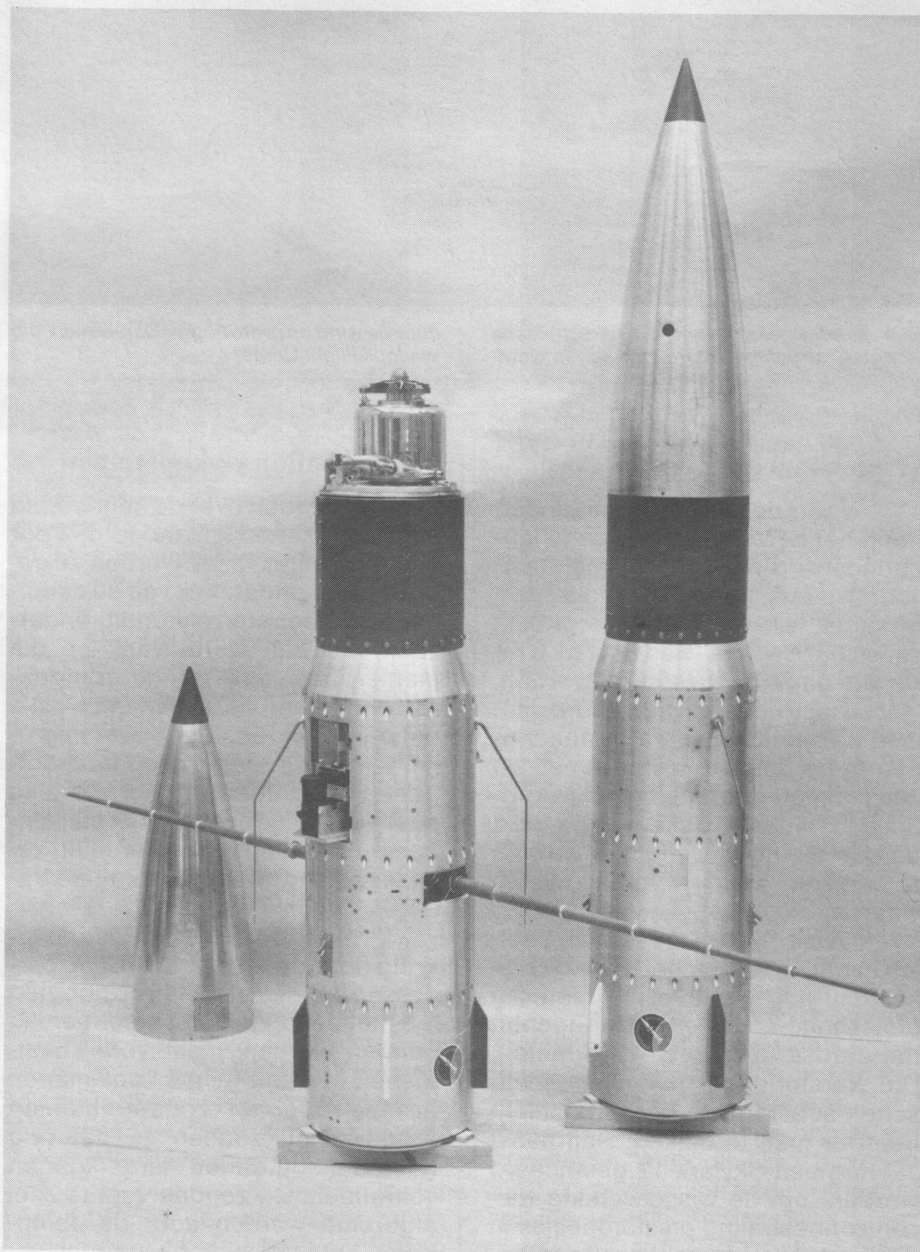
Europese aktiviteiten

In Kiruna is het zogeheten Esrange gevestigd, dat betaald wordt door de Europese ruimtevaart-organisatie. Er worden momenteel zo'n acht verschillende soorten sondeerraketten gelanceerd. Zeven daarvan zijn van Amerikaanse makelij, het achtste type wordt gebouwd door British Aerospace. Dat is de Skylark, waarvan drie types in gebruik zijn. De Skylark 6 haalt met een nuttige lading van 250 kilo aan instrumenten een hoogte van 180 kilometer. De Skylark 7 kan eenzelfde lading naar 300 kilometer brengen, terwijl de Skylark 12 met 200 kilo naar 570 kilometer hoogte en met 100 kilo zelfs naar 1000 kilometer kan vliegen.

Op het Esrange is het Duitse onderzoeksinstituut voor lucht- en ruimtevaart (DFVLR) de belangrijkste gebruiker van Skylarks. Met die raketten wordt het TEXUS-programma uitgevoerd. Er wordt wetenschappelijk en technologisch onderzoek gedaan, onder andere om instrumenten en technieken voor Spacelabvluchten te beproeven.

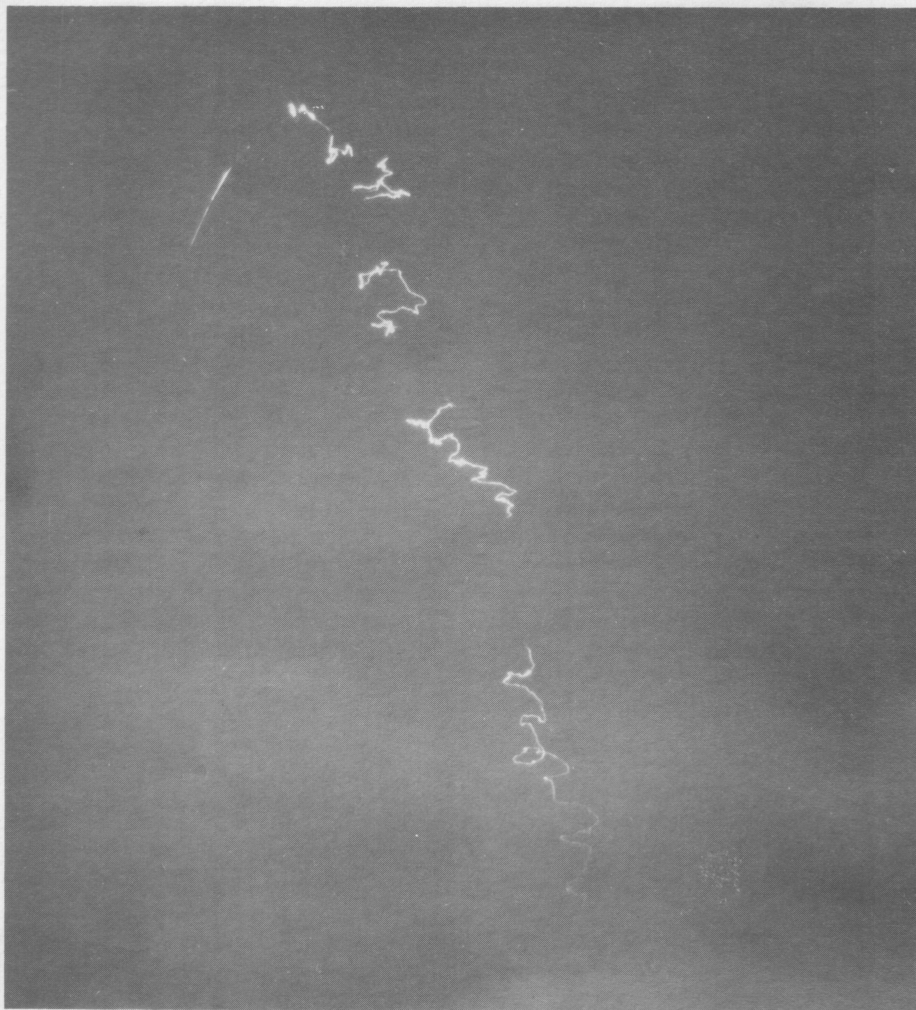
In de loop der jaren is het TEXUS-programma heel goed ontwikkeld. Zo werd eind mei van dit jaar de TEXUS-7 lancering verricht. Eén van de experimenten betrof het beproeven van een nieuwe oven om silicium te smelten en daarna heel regelmatig te laten afkoelen. Het eindprodukt is erg belangrijk voor de elektronische industrie. Aan de oven zat een tv-kamera die rechtstreeks beelden naar de grond verzond. De onderzoekers in Kiruna konen precies zien wat er gebeurde en desgewenst zelfs ingrijpen, en dat allemaal in een raketje dat van enkele honderden kilometers hoogte naar beneden aan het vallen was. De duur van de gewichtloosheid is tijdens dit soort vluchten zo'n zes tot acht minuten.

Voor het TEXUS-programma zijn tot nog toe 38 Skylarks gelanceerd, niet alleen in Kiruna, maar ook van bases in Noorwegen, Spanje, Brazilië en Australië.



Een neuskegel met instrumenten voor een sondeerraket. In de ruimte gaan luikjes open en klappen antennes uit. De parachute voor de terugkeer werd in dit geval onder de lading, in een aparte module, ondergebracht. Foto Saab-Scania

◀ *De lancering van een Skylark vanaf de lanceertoren in Kiruna. De Skylark is 12,2 meter lang. Foto BAeDG*



Een sondeerraket heeft op verscheidene hoogten gas uitgestoten. Het spoor wordt door de wind op grote hoogte vervormd. Foto Wallops Flight Center

Winter-lanceringen

Voor de komende maanden heeft het DFVLR verscheidene lanceringen op het programma staan voor wetenschappelijk onderzoek. In kader van het Mapwine projekt zullen deze winter twee Skylark 6 raketten omhoog gestuurd worden. Met de instrumenten aan boord gaat men de struktuur en de veranderingen in de dampkring tussen 25 en 200 kilometer hoogte boven Noord-Europa meten. Op die hoogte blijkt de dampkring 's winters verwarmd te worden. Men wil graag weten waarom.

Twee Skylark 12 raketten zullen in het kader van het projekt Caesar omhoog gestuurd worden om plotselinge en felle verstoringen in het aardse magneetveld te meten. Die verstoringen heten magnetische substormen; het poollicht heeft er mee te maken. Daarnaast zal nóg een Skylark 12 gelanceerd worden, om de wisselwerking tussen zonnestraling en stofdeeltjes in de ruimte te onderzoeken. Deze lancering vindt plaats in het kader van het projekt Interzodiac.

Tussen ballon en kunstmaan

Er worden over de hele wereld sondeerraketten gelanceerd. Voor een belangrijk deel worden ze gebruikt voor onderzoek van de dampkring en voor sterrenkundig onderzoek. De Zon wordt vaak op die manier bekeken, en de röntgenastronomie is op die manier zelfs ontstaan. In 1962 keek een instrument in een sondeerraket met röntgenapparatuur aan boord toevallig naar een stukje hemel in het sterrenbeeld Zwaan en registreerde tot veler verbazing krachtige röntgenstraling.

Het onderzoek van de dampkring richt zich voornamelijk op processen die zich afspelen op hoogten die met ballonnen niet meer bereikt kunnen worden, maar voor kunstmanen te laag zijn. Als kunstmanen op die hoogten zouden moeten ronddraaien, zouden ze dat nog geen omloop om de Aarde kunnen volhouden. Ze zouden veel te snel afgeremd worden door de dampkring.

Tot het soort onderzoek dat men onder andere doet, hoort het produceren van kleurige, kunstmatige wolken. Die worden vanaf de grond gefotografeerd. De vormveranderingen geven informatie over de wind en de elektrische velden op de betreffende hoogte.

De kleintjes en het grote heelal

Soms kan met sondeerraketten heel bijzonder onderzoek gedaan worden. Afgelopen maart werd in ruim drie weken tijd van een basis in Peru een heel salvo van raketten afgevuurd (32 in totaal). Peru was uitgekozen omdat de magnetische evenaar door Peru loopt. Dat betekent dat de magnetische veldlijnen er perfekt evenwijdig aan het aardoppervlak lopen en volkomen loodrecht op de richting van de zwaartekracht ter plaatse. Die omstandigheid maakt het mogelijk diverse processen in de dampkring in een weinig verstoorde vorm te kunnen meten.

Van de bijzondere oriëntatie van de veldlijnen heeft men gebruik gemaakt om een idee over het ontstaan van planeten te testen. Dat idee werd in 1942 geopperd door Hans Alfvén. Hij stelde dat elektrisch neutrale deeltjes geladen gemaakt kunnen worden (geïoniseerd), wanneer ze maar snel genoeg magnetische veldlijnen kruisen. De ionen die zo "spontaan" ontstaan, worden dan door het magnetische veld door de ruimte verdeeld. Dat zou het proces kunnen zijn dat verantwoordelijk is voor de uiteenlopende samenstelling van de planeten. Of die spontane ionisatie inderdaad optreedt, was nooit goed getest.

Er werd, als experiment, twee keer een gas uit een raket gestoten. Er bleek inderdaad ionisatie op te treden. En zo helpen de kleintjes ideeën over de vorming van onze Aarde te toetsen.

Opnieuw gebruiken

Sondeerraketten zijn naar verhouding niet duur. Toch is het aantrekkelijk ze meer dan één keer te gebruiken. De apparatuur komt aan parachutes naar beneden en wordt meestal in goede staat geborgen, op de grond aangetroffen, uit zee opgevist of zelfs uit de lucht opgevangen.

Sinds de begintijd is heel wat verbeterd. Eerst was er het probleem dat sondeerraketten niet hoger dan ongeveer 250 kilometer mochten gaan, in Kiruna tenminste. Hoger gaan was gevaarlijk omdat de terugvallende raket dan in een bevolkte streek terecht zou kunnen komen. Toch wilde men grotere hoogten bereiken. Daarop werd in Kiruna bedacht dat men de raket van een vliegwiel en beweegbare staartvin-

nen kon voorzien. De raket werd daardoor bestuurbaar. De NASA koopt nu het systeem dat door de Zweden werd ontwikkeld. Toen die proef met een bestuurbare raket goed uitgevallen was, gingen de Zweden zich bezig houden met het bergen van de hele raket. De oplossing was simpel: een grote parachute gebruiken waaraan niet alleen de nuttige lading, maar gewoon de raket in zijn geheel omlaag komt. Dat systeem werkt heel goed en wordt nu alom toegepast.

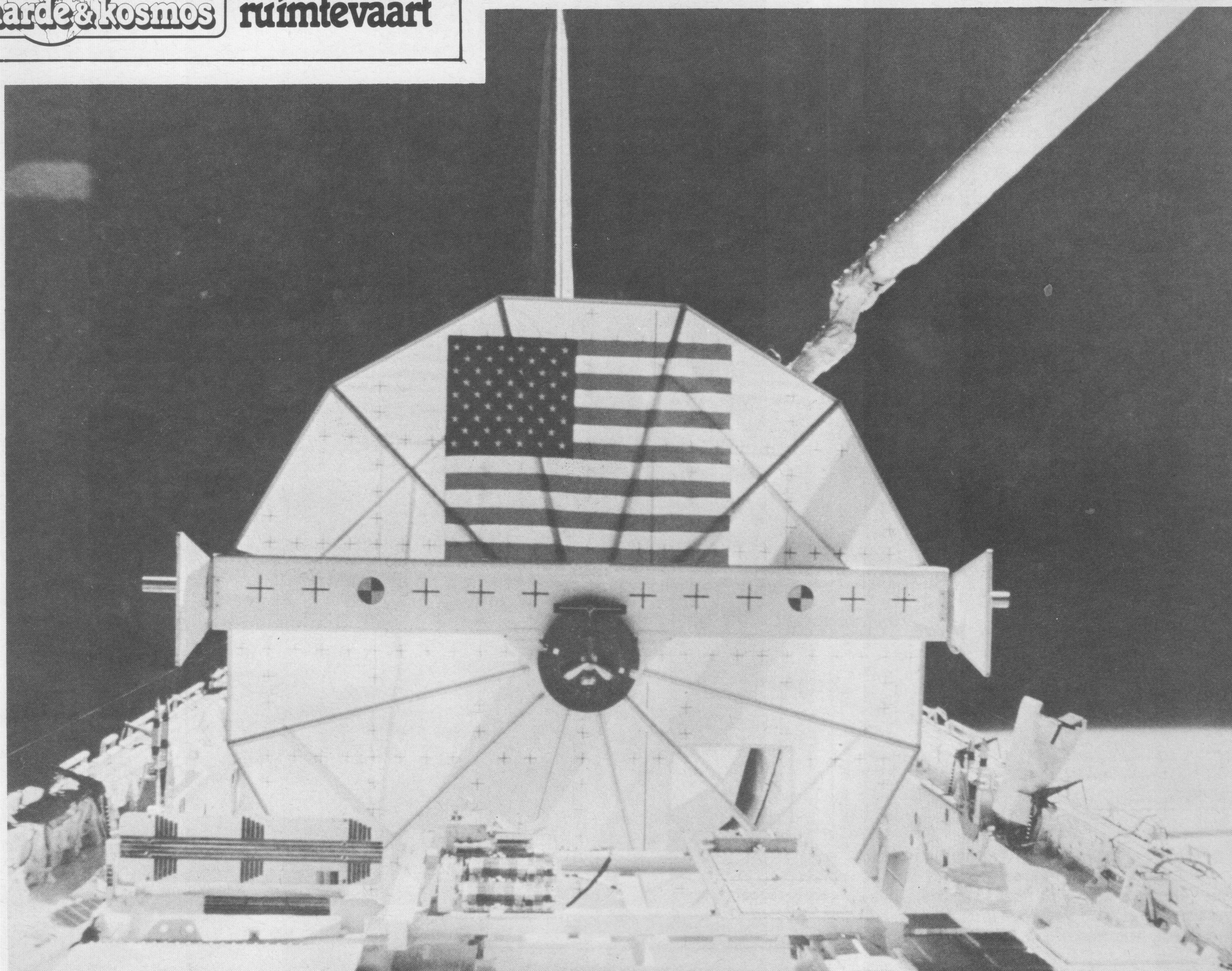
De eerste proef die de Zweden met de parachute deden, was een groot sukses. De raket werd met lading en al naar Duitsland teruggezonden, omdat hij daar van instrumenten was voorzien. Bij de douane-kontrole trok een ijverige ambtenaar aan een touwtje en het hele kantoor vulde zich met het zorgvuldig verpakte parachutedoek. Die onthulling heeft het ding niet overleefd. De parachute kon niet nog eens gebruikt worden.



Een Nike-Orion sondeerraket vertrekt van de NASA lanceerbasis op Wallops Island. Foto NASA

Twee Nike-Orion raketten hangen startklaar in hun lanceerinrichtingen op een verlate plek langs de kust van Peru. Van deze plek werden afgelopen voorjaar in ruim drie weken tijd 32 raketten afgevuurd. Foto NASA

Siso kode 659.85



De 3855,6 kilo zware oefenkonstruktie PFTA wordt door de arm van de orbiter uit het laadruim getild. Voorwerpen hebben in de ruimte geen gewicht, maar behouden wel hun massa. Er blijven dus traagheidsmomenten werkzaam en daarom oefende men tijdens de STS-8 vlucht met deze zware konstruktie. Foto NASA

SPACE SHUTTLE EN SPACE LAB IN AKTIE

Huub Eggen

Werken in ploegendienst, gestoei met balletjes, bloed prikken, van het uitzicht genieten. Dat zijn enkele kanten van de Spacelabvlucht. Het is ook een beetje het eind van een mooie droom.

''Ik zou niet graag in de schoenen van die jongens staan. Het is werkelijk verschrikkelijk wat ze allemaal moeten doorstaan.'' Die jongens zijn Owen Garriott, Bob Parker, Byron Lichtenberg en Ulf Merbold, de vlucht- en ladingspecialisten van de Spacelabvlucht die nu gaande is, als alles volgens plan is verlopen. Aan het woord was Ralph Jackson, voorlichtingsman van de NASA op de luchtmachtbasis Edwards in Californië. Daar zal de Space Shuttle Columbia, met in zijn laadruim het Spacelab, op 6 november moeten landen.

Jackson had het over de medische proeven in het Spacelab. Daarbij zijn de astronauten zelf voorwerp van studie. Om de gegevens van de vlucht zo goed mogelijk te kunnen beoordelen, zijn dezelfde proeven vóór de vlucht gedaan, en worden ze na de vlucht herhaald. Dat wordt in de Dryden Flight Research Facility op Edwards gedaan. ''Die jongens worden werkelijk binnenste buiten gekeerd,'' aldus Jackson.

Medische experimenten

Een belangrijk deel van de medische proeven heeft te maken met het ontstaan van ruimteziekte (zie

ook het artikel op pagina 484 en verder). Tijdens één van de proeven zal de onderzochte astronaut (voornamelijk Merbold) een soort helm dragen, die vol met apparatuur zit. Die apparatuur stimuleert het evenwichtssysteem door lichtflitsen en warmteprikkels. De reaktie van de bloeddruk en de beweging van de ogen als gevolg daarvan wordt gemeten.

In andere proeven wordt de bloeddruk op verschillende plaatsen in het lichaam gemeten, wordt gekeken naar de kracht van de hartslag en de zuurstofopname tijdens diverse aktiviteiten en wordt bloed afgetapt voor hormoonbepalingen. Verder worden proeven gedaan met een draagbare rekorder die allerlei lichaamsfunkties registreert. Daardoor kan konstant het gedrag van het lichaam gevolgd worden.

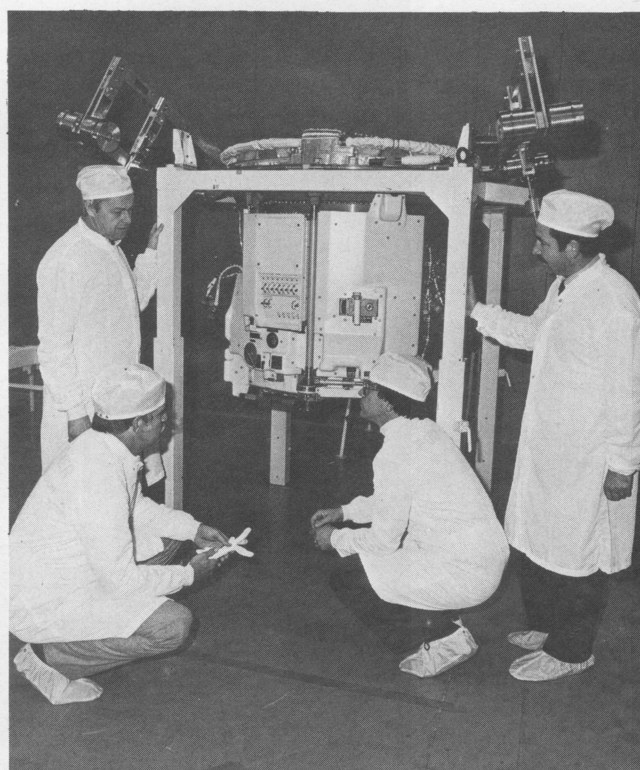
Een heel grappig experiment is afkomstig van dr. Helen Ross van de universiteit van Stirling in Schotland. Zij heeft voor een groot aantal kogeltjes gezorgd, die er allemaal precies hetzelfde uitzien, maar iets in gewicht (massa) verschillen. De astronauten moeten proberen of ze die verschillen kunnen opmerken. De bedoeling is om na te gaan hoe goed het ''gevoel'' werkt in gewichtloosheid.

Hulpsatelliet nodig

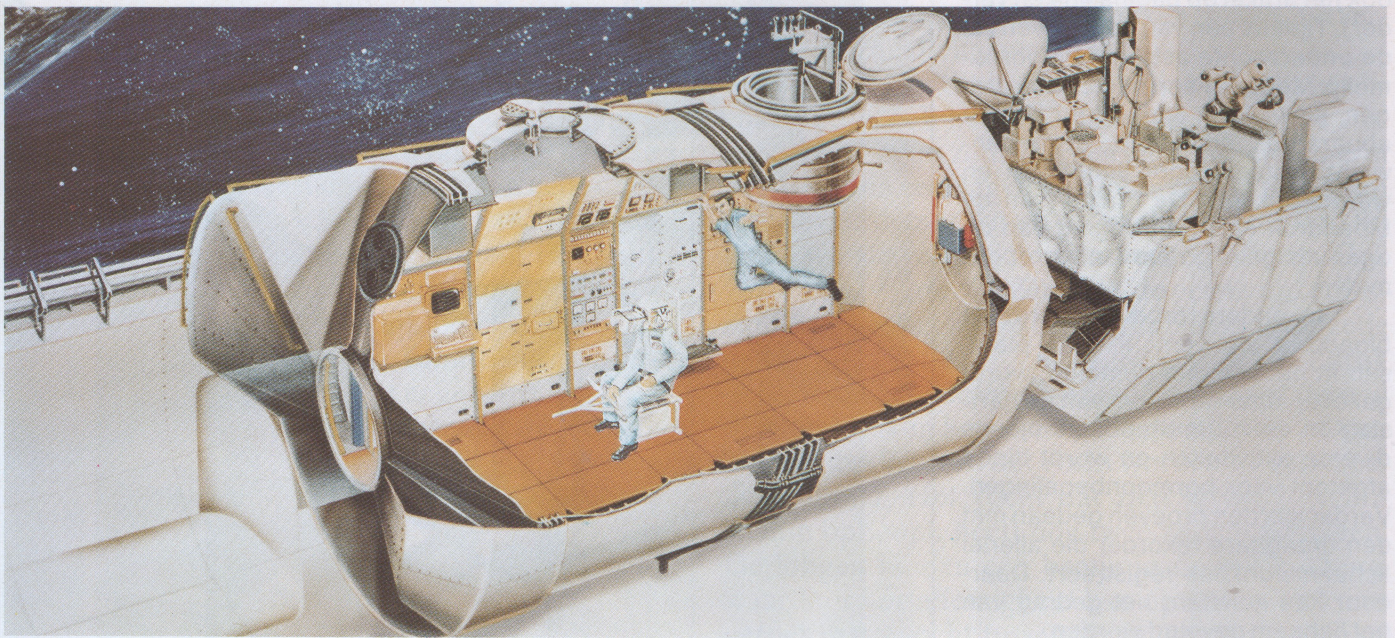
Al deze medische experimenten, plus het grote aantal andere proeven, levert een dermate grote stroom van gegevens op dat het ondoenlijk is die allemaal aan boord op te slaan. Voor een deel van de gegevens is het zelfs belangrijk dat ze meteen in het vluchtleidingscentrum beschikbaar zijn. Daarom wordt een gedeelte van de informatiestroom rechtstreeks uitgezonden en opgepikt door de kommunikatiesatelliet TDRS-1. Die kan vanuit zijn geostationaire positie (op 35.600 kilometer hoogte boven de evenaar) ten oosten van Zuid-Amerika het Spacelab ruim dertig procent van de tijd ''zien''. Oorspronkelijk zou de Spacelabvlucht twee TDRS-kunstmanen nodig hebben, maar door allerlei problemen is nu nog pas één TDRS beschikbaar en zelfs dat heeft moeite gekost. De TDRS-1 kwam immers na zijn lancering afgelopen april niet in de goede baan. Door te korrigeren met stuurraketjes aan boord werd tenslotte eind juni toch de geplande baan bereikt. Uitvoerige proeven tijdens de STS-8 vlucht toonden aan dat de TDRS goed werkt en dat ook het verbindingssysteem op de grond naar behoren funktoneert.



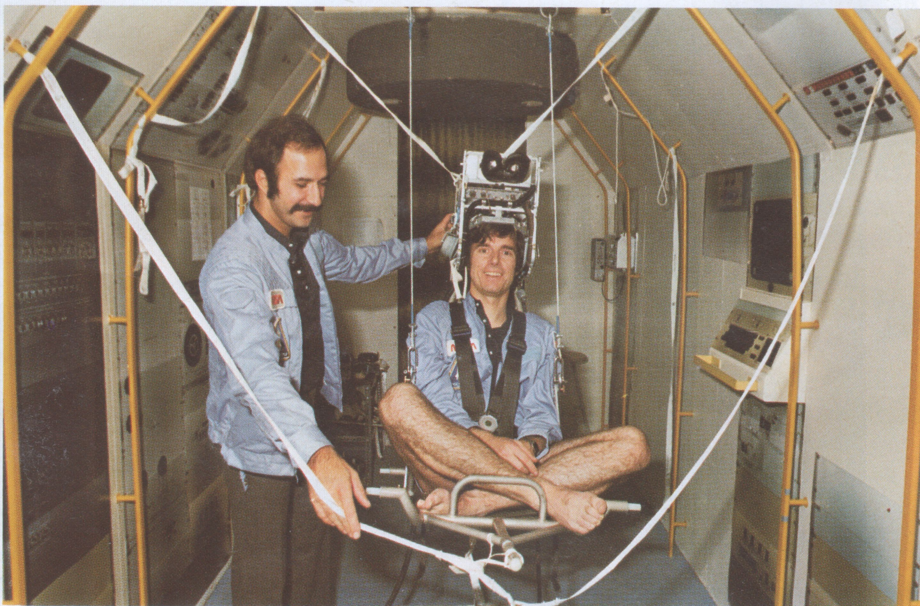
▲ *Kommandant Richard Truly van de STS-8 bezig met een heel huishou delijke klus: stofzuigen. Foto NASA*



◀ *Fokker bouwde een luchtsluis voor het Space lab. Deze sluis zit in het dak van de module. Er kunnen instrumenten door naar buiten gestoken worden. Foto Fokker*



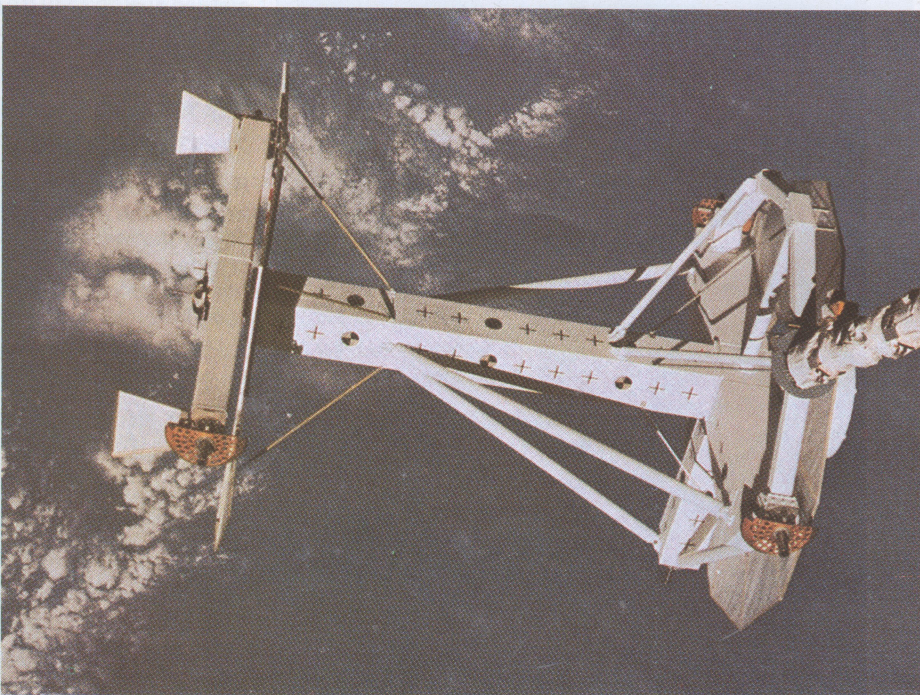
Een schets van het Spacelab in de vorm waarin het met de Space Shuttle Columbia door de ruimte vliegt. Het Spacelab bestaat hier uit een module en één platform. In de module is een onderzoek gaande naar het ontstaan van ruimteziekte. De helm met instrumenten op het hoofd van het "proefkonijn" wordt in de tekst beschreven. De Westduitse karteringskamera kijkt door een raampje in het linkerluik bovenop de module. Foto ESA



Wubbo Ockels (links) en Ulf Merbold (rechts) aan het trainen in een model op ware grootte van het Spacelab. Foto ESTEC

Astronaut Guion Bluford aan het werk. Foto NASA





Het grillig gevormde oefenobjekt PFTA, waarmee de arm van de orbiter aan een reeks nieuwe beproevingen werd onderworpen. Foto NASA

Achtste Shuttle-vlucht

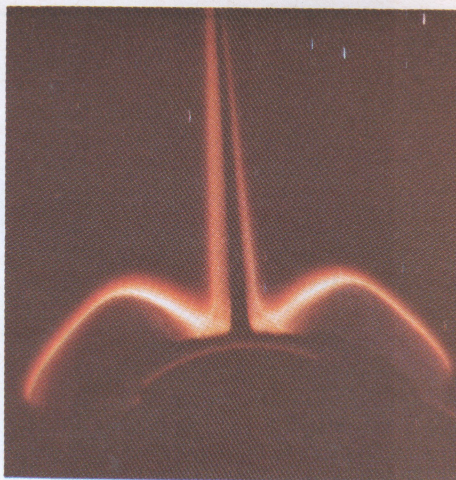
Het beproeven van de TDRS was een belangrijke opgave voor de achtste Space Shuttle vlucht. Die ging op 30 augustus van start en eindigde op 5 september. Zowel de lancering, van Cape Canaveral, als de landing, op Edwards, gebeurden in het donker. Dat verliep allemaal heel goed. De nachtlancering had te maken met de lading, de Indiase weer- en kommunikatiesatelliet INSAT-1B. Die moest op een geostationaire positie ten zuiden van India komen. De hele manoeuvre naar zo'n baan vereist een maximum aan daglicht in die periode en dat vereist weer een bepaald moment van lanceren van de Space Shuttle. In de VS was het toen nog nacht. Omdat de Shuttle steeds na ongeveer een heel etmaal in een goede landingsbaan zit, zorgt een nachtelijk vertrek ook voor een nachtelijke aankomst. Die nachtlanding verliep erg gemakkelijk en dat stemt de NASA zeer hoopvol voor het ondernemen van allerlei vluchten die een nachtelijk vertrek eisen. De orbiter kan tamelijk grote baanveranderingen maken, zodat niet per se een heel etmaal na de start geland hoeft te worden. Het is wel gemakkelijker om niet fors te korrigeren.

Het "lossen" van de INSAT-1B ging heel goed; ook de manoeuvre naar de geostationaire baan verliep naar wens. Er waren aanvankelijk problemen met het uitklappen van de zonnecelpanelen, maar die werden bijtijds opgelost.

De STS-8 bemanning heeft het verder druk gehad met het lossen en laden van een grote oefenkonstruktie, het 3855,6 kilo wegende Payload Flight Test Article (PFTA). De bedoeling was om de arm van de orbiter te belasten met een massa die veel groter was dan wat de arm tot dan toe te verduren had gehad. Het PFTA heeft de afmetingen van een flinke kunstmaan. Het "tillen" van dit ding verliep goed.

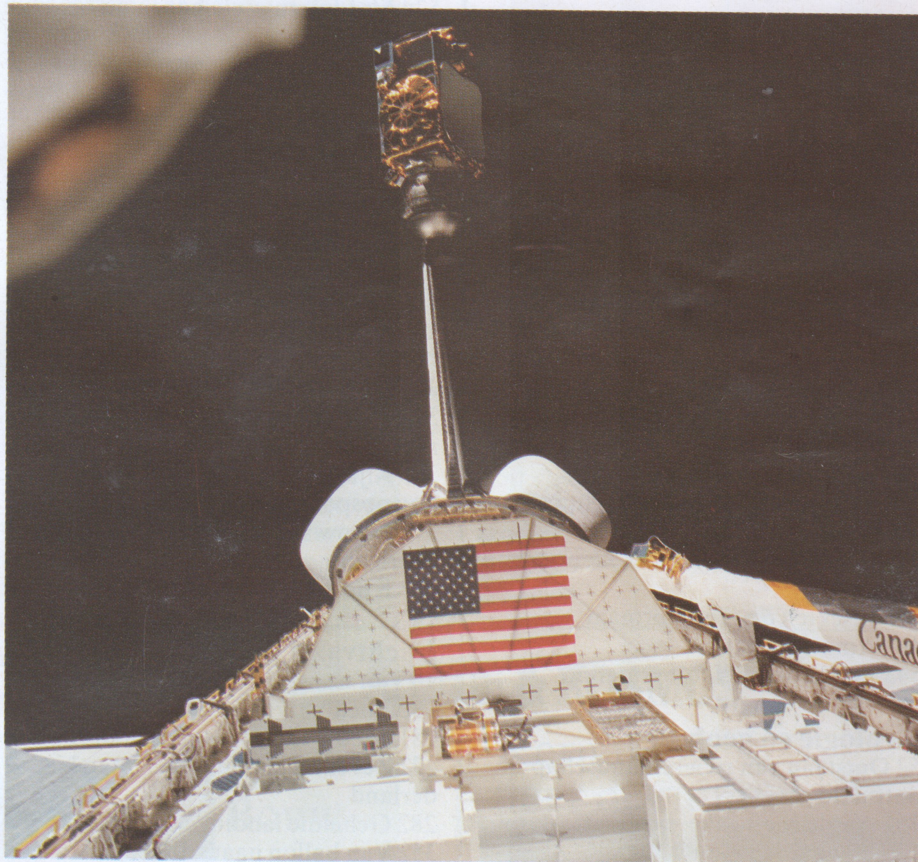
Een andere belangrijke aktiviteit was medisch onderzoek, met name naar de ruimteziekte. Daarvoor was de arts William Thornton speciaal aan de bemanning toegevoegd.

Tenslotte leverde de vlucht een rijke buit aan aardwaarnemingen op. Door de nachtlancering kwam de orbiter in daglicht over delen van de Aarde (en vooral het zuidelijk halfrond) waar Amerikaanse bemanningen gewoonlijk 's nachts overheen vliegen. De Skylabastronauten waren de laatsten van Amerikaanse kant die deze gebieden goed konden fotograferen.



Tijdens de derde Space Shuttle vlucht werd bij toeval ontdekt dat delen van de orbiter in het donker oplichten. Het verschijnsel werd tijdens de afgelopen vlucht van de STS-8 opnieuw bestudeerd. De gloed wordt veroorzaakt door zuurstofatomen die op de huid van de orbiter inslaan. Foto NASA

De kunstmaan INSAT-1B, bedoeld voor India, verlaat het laadruim van de Challenger tijdens de achtste vlucht van de Space Shuttle. De konstruktie op de voorgrond is het PFTA. Foto NASA



Spacelab en de toekomst

De Spacelabvlucht lijkt ook iets op de Skylabmissies. Voor het eerst sinds die tijd vliegt een Amerikaans bemand ruimtevaartuig onder een grote hoek (57 graden) met de evenaar. Daardoor bestrijkt het Spacelab de hele Aarde tussen 57 graden noorder- en zuiderbreedte. We mogen dus boeiend fotowerk verwachten van de astronauten met hun handkamera's en bovendien ook van een Westduitse karteringskamera die door een raam in het Spacelab naar de Aarde kijkt.

Wanneer de astronauten over Europa vliegen, zullen ze weten dat hun vlucht tot veel enthousiasme leidt. Ze zullen ook weten dat bij de meer ingewijden een lichte kater aanwezig is. Het Spacelab heeft namelijk niet die gouden toekomst die bij zijn ontstaan werd voorzien. Het aantal vluchten is veel kleiner dan oorspronkelijk gepland; het huidige programma laat voor volgend jaar één vlucht en voor 1985 drie vluchten zien. In de jaren daarna zullen ook nog wel enkele vluchten komen. Valt het aantal vluchten tegen, voor de kosten geldt dat ook. De kosten per vlucht en daarmee ook per experiment zijn veel hoger gebleven dan indertijd werd verondersteld. Dat schrikt eventuele gebruikers en onderzoekers af. Een zachte dood lijkt daarom de meest waarschijnlijke toekomst voor dit grootste projekt dat Europa ooit in de ruimtevaart uitvoerde.

Inhoudsopgave 1983

Natuurkunde

Oceanografie

Planten en dieren

Ruimte-onderzoek

Ruimtevaart

Ruimtevaart, militair

Sterrenkunde

Techniek

In uw specifieke behoeften aan vitaminen en mineralen kan voorzien worden door

Stichting

Multi Supply

Nature's Plus Produkten

(Nutritional Connaisseur)

Moeheid, lusteloosheid, je niet lekker voelen, ongeïnteresseerdheid, enz. zijn meestal een gevolg van een tekort aan het natuurlijk weerstandsvermogen.

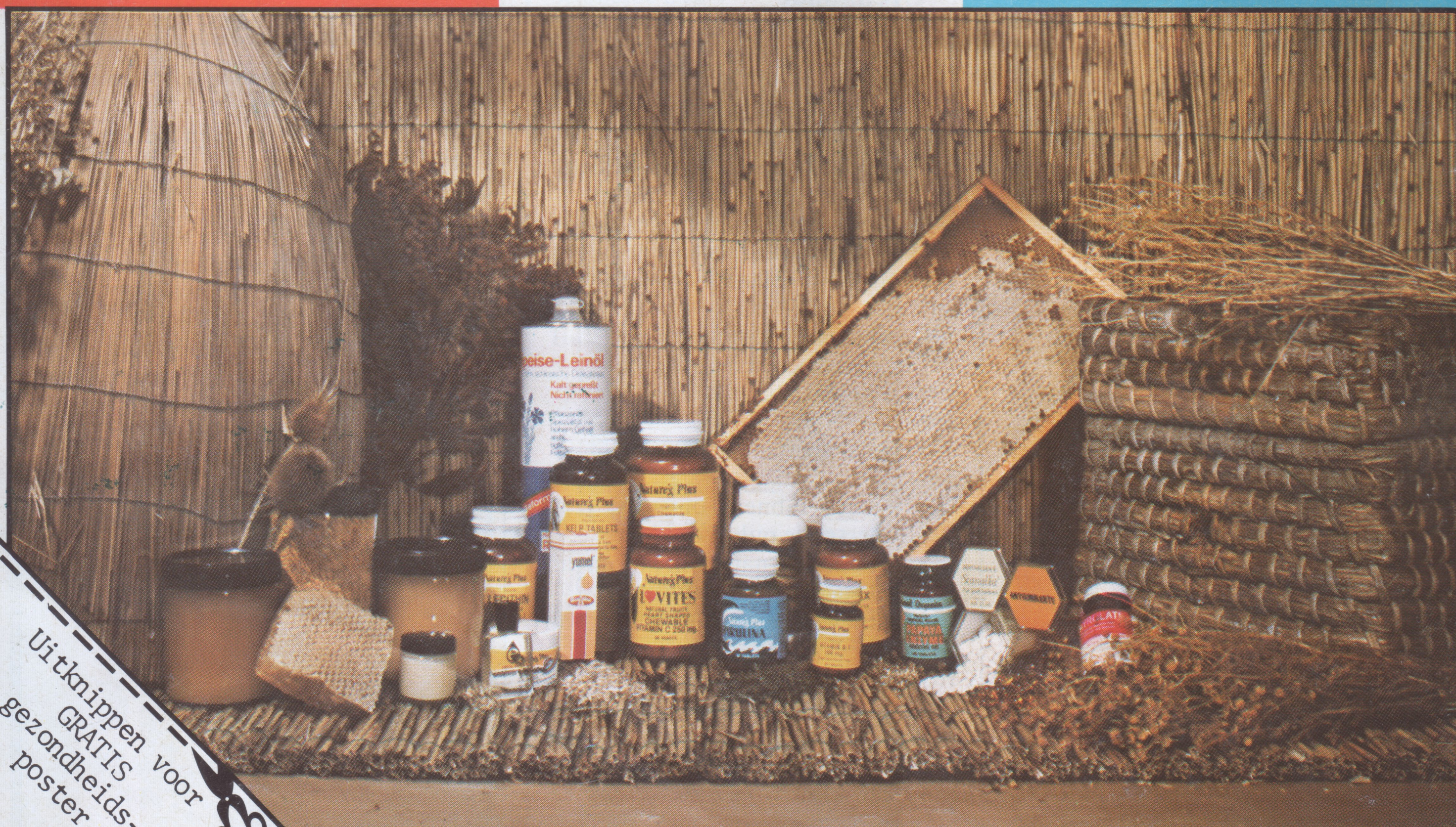
Uw specifieke behoeften aan vitaminen en mineralen kunnen echter volledig gedekt worden door het gebruik van de juiste supplementen (= aanvullingsvoedingstoffen).

Roken, drinken, veel uitgaan, dikwijls TV kijken, en nog veel meer moderne „geneugten" zijn er nu eenmaal. Daarover hoeven we helemaal niet somber te doen, als we ER MAAR VOOR ZORGEN dat al die aanslagen op ons lichaam zo goed mogelijk worden opgevangen. EN DAT KAN!

Vraag dan ook NU de GRATIS informatie aan bij

Multy Supply
Nature's Plus Produkten
Postbus 403 - 1270 AK Huizen-Nh

Als u bovendien het driehoekje (onderaan links van deze pagina) uitknipt en aan ons opzendt, ontvangt u ook nog GRATIS een prachtige kleurenposter over het menselijk lichaam en zijn behoeften aan vitaminen en mineralen.



10 gulden voordeel!

Als u vóór 31 december 1983 abonnee wordt

ontvangt u TIEN gulden korting

Alleen voor hen die het laatste halfjaar geen abonnee waren op Aarde&Kosmos.

Ik verzoek u mij te noteren voor een abonnement op Aarde&Kosmos voor slechts 49,50 (België BF.885).

Naam: ______________________

Adres: ______________________

Postkode: ______________________

Woonplaats: ______________________

Voor hen die reeds abonnee zijn:
Ik ben reeds abonnee maar breng bovenstaande abonnee aan en ontvang voor mijn moeite TIEN gulden korting op het jaarabonnement 1984.

Mijn naam:

Adres:

Postkode:

Woonplaats:

Postzegel plakken niet nodig

Stichting Mens en Wetenschap
Aarde & Kosmos

Antwoordno. 108

1270 VB Huizen